



Transició energètica

Què és urgent?

Què és important?

Francesc Reventós Puigjaner



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Transició energètica

Què és urgent?

Què és important?

Francesc Reventós Puigjaner

Fotografia de la coberta: Gemma Nogueroles i Carles Checa

Primera edició: desembre de 2021

Segona edició: abril de 2024

© Francesc Reventós Puigjaner, 2021
© Iniciativa Digital Politècnica, 2021
Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC
Jordi Girona 31,
Edifici Torre Girona, Plant 1, 08034 Barcelona
Tel.: 934 015 885
www.upc.edu/idp
E-mail: info.idp@upc.edu

Producció: QP Print
C. de Miquel Torelló i Pagès, 4 - 6
Molins de Rei
08750 Barcelona

DL: B 9323-2024
ISBN:978-84-10008-44-1
e ISBN:978-84-10008-45-8
DOI:10.5821/ebook-9788410008458

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot realitzar-se amb l'autorització dels seus titulars, excepte excepció prevista en la llei.

Dedico aquest llibre al meu amic Lluís Agell, que malauradament ens va deixar. Ho faig en record del seu entusiasme efervescent a l'hora d'escoltar a les persones.

«Francesc, quedem! D'això n'hem de parlar!»

Agraïments

La preparació d'aquest llibre ha estat possible gràcies a l'ajuda, el suport i l'alè de persones de formació i professió molt diversa que m'han dedicat un temps important i han dialogat amb mi sobre els grans temes tractats.

Gràcies pels comentaris fruit de la vostra experiència i coneixement de la problemàtica elèctrica! El que he rebut de vosaltres ha estat crucial per fer progressar la imatge que tinc del sector elèctric i de la seva tecnologia. Gràcies Xavier i Xavier. *(Xavier Cordoncillo i Xavier Corbella són enginyers industrials i membres de la Comissió d'Energia del Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya, amb una experiència llarga i solvent en el sector elèctric).*

L'intercanvi científic multidisciplinari és indispensable en la conjuntura social i energètica que vivim avui. Sé que compartim aquest pensament, i el teu entusiasme i els teus comentaris, Xavier, m'han esperonat a perseverar en la recerca de la claredat científica necessària per harmonitzar els continguts més diversos. *(Xavier Farriols és doctor en Ciències Econòmiques i secretari de la junta de govern de la Societat Catalana d'Economia, filial de l'Institut d'Estudis Catalans).*

Ecologia, geopolítica, gestió i comunicació són àrees de coneixement aparentment desvinculades però realment molt connectades amb la problemàtica objecte d'aquest llibre. Ha estat un privilegi haver parlat de societat i ecosistemes amb tu, Joan! He tingut grans satisfaccions comentant aspectes geopolítics dels meus continguts amb tu, Jordi! Ha estat un plaer raonar junts la transcendència de la gestió i de la gestió tecnològica en l'àmbit de l'energia amb tu, Josep Maria! Celebro enormement haver debatut conceptes de comunicació del risc amb tu, Carles! Moltes gràcies a tots! *(Joan Martínez-Alier és professor de la UAB amb una llarga trajectòria als àmbits d'Economia Ecològica i d'Ecologia Política; Jordi Bacaria és professor de la UAB en l'àmbit d'Economia Aplicada; Josep Maria Rosanas és professor a IESE en l'àmbit del Management, i Carles Pont és professor de la UPF en l'àmbit de Comunicació).*

Pep, Mariano i Daniel: heu aconseguit posar en marxa una tertúlia sobre energia i societat amb una alta cota de rigor i amb un abast complet! «Energia i Societat» obre debats d'àmbit local quan correspon i no defuig l'oportunitat d'abordar els grans problemes globals, com ara els relacionats amb la governança dels pactes, la demografia o la geopolítica. Sempre m'he sentit escoltat a casa vostra i sempre he aconseguit aprendre alguna lliçó a les vostres tertúlies! Gràcies per fer-ho possible! *(Pep Salas és doctor enginyer, professionalment actiu en l'àmbit energètic; Mariano Marzo és catedràtic d'Estratigrafia i Geologia Històrica a la UB i especialista en Transició Energètica, i Daniel Quer és economista, tots tres gestionen la tertúlia anomenada «Energia i Societat»).*

Encara hi ha molta feina a fer destinada a mostrar la connexió entre energia i Sud Global! Gràcies, Victòria, i gràcies, Enric, per ajudar-me a entendre i a comunicar aquells detalls que només els qui els heu viscut sabeu aclarir! *(Victòria Pagès és economista i desenvolupa la seva activitat a Metges sense fronteres; Enric Corbella és enginyer de camins, tots dos tenen experiència de treball al continent africà).*

La problemàtica energètica avui està necessitada de visions de síntesi! En aquest àmbit, Pere, Eugeni i David heu estat garants de la solidesa de les meves afirmacions més conclusives. La vostra crítica ha estat enormement constructiva. *(Pere Viñals i Eugeni Vives són enginyers industrials sènior, i David Villar és enginyer industrial i desenvolupa la seva activitat a l'ICAEN).*

Finalment, vull agrair a tots els membres de la comunitat de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), a què he estat i segueixo vinculat, el seu suport i el seu mirament cap a la meva persona i cap a l'activitat desenvolupada. Gràcies, Jordi, Lluís i Ignasi per defensar des dels vostres càrrecs aquest diàleg científic, obert, connectat amb la realitat de la societat, però lliure de pressions partidistes, que es mostra necessari i que només institucions com ara la nostra poden impulsar de forma diversa, seriosa i eficaç. *(Jordi Llorca és vicerector de recerca de la UPC; Lluís Batet és director de la divisió d'Enginyeria Nuclear a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona ETSEIB-UPC, i Ignasi Casanova és director de l'Institut de Tècniques Energètiques INTE-UPC).*

El col·lectiu de professors i d'investigadors de la UPC és gran i sou molts els que al llarg dels anys heu col·laborat a fer créixer la meva visió d'un problema tan interconnectat com ara l'energia. Moltes gràcies a tots! Moltes gràcies més especialment a vosaltres, Carme, Guillem i Jordi, amb qui he comptat de forma més propera. *(Carme Pretel és doctora en Enginyeria i responsable de l'àrea de la docència de Tecnologia Energètica a l'ETSEIB-UPC; Guillem Cortès i Jordi Freixa són doctors en Ciències Físiques, tots tres són professors de l'àrea citada i de la d'Enginyeria Nuclear).*

També vull agrair al col·lectiu d'estudiants de projectes i d'assignatures energètiques i nuclears. Particularment, recordo en aquest cas els que vàreu cursar Tecnologia Energètica a l'ETSEIB els anys en què vaig col·laborar-hi més intensament. Gràcies per la vostra empena, treball, frescor i preguntes!

Hi ha un col·lectiu que durant molt temps m'ha acompanyat, amb gran complença per part meva, a les dues grans etapes de la meva vida professional: es tracta dels membres del cos tècnic del Consell de Seguretat Nuclear. Us parlo d'un acompanyament generós que ha anat molt més enllà del que els demanava la seva professionalitat fora de dubtes, i s'ha obert sempre a un diàleg constructiu donant entrada a inquietuds socials, humanes i de progrés.

Hi ha un altre ambient, més nombrós encara, que mereix un comentari semblant. Parlo del món de la recerca. Allà on hem anat per cooperar en recerca, hem trobat resposta científica que alhora ha estat enormement gratificant en els àmbits de l'humanisme, la socioconsciència i l'anhel de futur! Us parlo d'universitats i centres de recerca d'arreu. Us parlo de València, Madrid o Barcelona, però també d'Estats Units, França, Alemanya, Itàlia, Japó o Corea... i més països i entorns que han contribuït a enriquir el meu pensament.

El món industrial, malgrat ser assenyalat sovint com un entorn que va a la seva, és un altre bloc de persones i d'institucions amb qui estic agraït. La producció i distribució d'energia, l'enginyeria energètica i la fabricació de components han estat ambients propicis al coneixement i a la reflexió sobre temes com els que aborda aquest llibre. Moltes gràcies!

Finalment, gràcies també a amics i coneguts! La problemàtica energètica és tan universal que sou molts els que l'heu portada a la tertúlia formal o informal i m'heu ajudat a completar la meva visió final de les coses. Gràcies a tots!

Francesc

Índex

Agraïments	7
Pròleg	15
Parlar d'energia	15
Sempre he treballat en el camp de la gestió energètica	17
Presentació	19
La problemàtica energètica és damunt la taula	19
Primer descarbonitzar, després culminar el tot renovable	21
Com ho farem?	25
Aquest text aflora en un moment molt particular	27
1. Els problemes conjunturals	31
1.1. El primer problema: l'atmosfera	32
1.1.1. Essència del problema de l'atmosfera	32
1.1.2. Rellevància del problema	33
1.1.3. Atmosfera i energia	34
1.2. El segon problema conjuntural: el consumisme i l'estímul social	34
1.2.1. Perquè parlem ara del consumisme?	34
1.2.2. Consumisme, estímul social i energia	36
1.3. El tercer problema conjuntural: el Sud Global	39
1.3.1. El problema	39
1.3.2. Estímul, mentalitat col·lectiva i emancipació	40
1.3.3. Sud Global i energia	41

2. Context del problema energètic	43
2.1. Aspectes generals	43
2.1.1. L'energia és una cosa molt quotidiana	43
2.1.2. Tipus d'energia. Transformació de l'energia. Rendiment	45
2.1.3. Potència i energia. Factor de càrrega. Unitats	48
2.1.4. Aquell passat renovable	51
2.1.5. Qui consumeix energia i com la consumeix?	52
2.1.6. Indicadors relacionats amb l'optimització energètica	56
2.2. Els convertidors energètics	57
2.2.1. Els convertidors fòssils	57
2.2.2. Escalfament global	64
2.2.3. Els convertidors d'energies renovables	67
2.2.4. L'emmagatzemament d'energia	77
2.3. Les centrals nuclears	79
2.3.1. Consideracions generals	79
2.3.2. Seguretat de les centrals nuclears	81
2.3.3. El combustible nuclear usat	87
2.3.4. Consideracions de futur	91
2.4. L'ús de l'energia. Sistemes i conceptes	91
2.4.1. La xarxa elèctrica	91
2.4.2. Recursos energètics distribuïts	96
2.4.3. Eficiència Energètica	98
2.4.4. Pobresa energètica	100
3. Què proposem fer?	101
3.1. Reconducció de la utilització de combustibles fòssils	102
3.1.1. Aspectes estratègics i conjunturals	103
3.1.2. Què sembla que es pot fer?	106
3.1.3. Pacte i primera esmena	108
3.1.4. Parlem dels productors de fòssil	111
3.1.5. Segona esmena	112
3.1.6. Problema geopolític o problema energètic?	116
3.1.7. Incerteses específiques de futur pròxim	118
3.2. Implementació de la sostenibilitat energètica	119
3.2.1. Infraestructura renovable	119
3.2.2. Estalvi i eficiència	126
3.3. Acords de sobrietat	129
3.3.1. Aquest és un tema complex!	129
3.3.2. L'estat estacionari del planeta	131
3.3.3. Què s'està fent?	132

3.3.4. Què diuen els estudiosos de la sobrietat?.....	133
3.3.5. Què crec que podem fer?.....	135
3.3.6. Dificultats addicionals	136
3.3.7. Continguts, actors i lideratge	139
3.3.8. Sobrietat, incertesa i prediccions energètiques	142
3.4. Suport al progrés energètic del Sud Global	143
3.4.1. Equitat, desenvolupament humà i emancipació	143
3.4.2. Acords per al Sud Global.....	145
3.4.3. Assessoria i suport energètics	149
4. On som?	153
4.1. Qui en parla?	153
4.1.1. Els emprenedors de negocis	154
4.1.2. Els experts	155
4.1.3. Els ciutadans	157
4.1.4. Els grups ideològics	158
4.1.5. Les institucions i els governs	163
4.2. Postures antinuclears	166
4.2.1. Postures originades per un sentiment de por	166
4.2.2. Postures lligades a la simplificació	167
4.2.3. Postures per raons estratègiques	169
4.2.4. Altres postures antinuclears	172
4.2.5. Balanç i reflexions.....	172
4.3. L'opció vigent.....	175
4.3.1. La transició energètica ha començat!	175
4.3.2. Enquadrament actual de la transició a Europa.....	176
4.3.3. Enquadrament actual de la transició a Espanya.....	178
4.3.4. Enquadrament actual de la transició arreu	182
4.3.5. Mèrits i mancances	183
4.3.6. Línies vermelles	184
5. Consolidació de la proposta	189
5.1. Consolidació de l'àmbit tecnològic	189
5.1.1. Configuració del mix energètic amb criteris funcionals.....	190
5.1.2. Configuració del mix energètic amb criteris estratègics.....	200
5.1.3. Sintetitzem funcionalitat i estratègia	203
5.2. Consolidació de l'àmbit social	206
5.2.1. Formació i divulgació sobre Energia i Societat	206
5.2.2. Tractament del sentiment col·lectiu de por	207
5.3. Consolidació de l'àmbit de gestió.....	210

5.3.1. El valor de la robustesa	211
5.3.2. Reflexions sobre aspectes econòmics i de mercat.....	211
5.3.3. Governança de les implantacions	214
5.3.4. Reflexions geopolítiques	215
5.4. Recapitulant la proposta	218
6. Pensaments finals	221
6.1. Inquietuds	221
6.1.1. Formació i debat	221
6.1.2. Avanços científics i tecnològics.....	222
6.1.3. Intercanviar i comunicar-se	224
6.1.4. Lector, tu vals molt! Tu faràs allò que jo no he pogut fer!.....	226
6.2. Transició Energètica Robusta	228
6.2.1. Estratègia-marc	228
6.2.2. Què demanem al govern d'Espanya?	229
6.2.3. Què demanem al col·lectiu gestor de l'opció vigent?	231
6.2.4. Què demanem al col·lectiu científic multidisciplinari implicat en el tema energètic?	232
6.2.5. Epíleg. El camí de la sostenibilitat energètica	233
Bibliografia	235

Parlar d'energia

Parlar d'energia és parlar d'un tema polièdric, potser dels més difícils d'abordar donades les seves implicacions en la manera com ens relacionem entre nosaltres i com ens relacionem amb el nostre entorn. El deteriorament mediambiental, la pèrdua de la biodiversitat, l'empitjorament de la qualitat de l'aire, les lluites pels recursos i el repartiment desigual de la riquesa tenen relació, en part, amb el model energètic actual, i canviar-lo no serà fàcil. Però sabem que cal fer-ho i cal no fer tard. A l'esplendor de l'època romana, l'energia s'obtenia sobretot de la tracció animal i dels esclaus. Més de la meitat de la població eren esclaus. El treball d'un esclau durant una setmana sense parar era l'equivalent, aproximadament, a un litre de gasolina en un cotxe d'avui! L'energia permet el benestar, però continua sent l'origen de moltes desigualtats inadmissibles.

És important no confondre les fonts d'energia amb els vectors energètics i l'ús final que es fa de l'energia. Són temes diferents que necessiten solucions diferents. No cal ser gaire espavilat per entendre que les fonts d'energia —l'origen de tot plegat— han de ser 100% renovables si de veritat volem un sistema sostenible. Quant als vectors energètics, cal que siguin de fàcil implementació (com l'electricitat) i capaços d'emmagatzemar energia de manera eficient (com l'hidrogen). Però cal no oblidar també quin és l'ús final que fem de l'energia, perquè potser hauríem de començar a pensar que no es pot créixer per sempre de la manera com ara ho fem si volem establir una relació harmoniosa amb el nostre planeta. No podem malbaratar l'energia ni pretendre uns nivells de confort inassumibles. No és només una qüestió de sostenibilitat, també és una qüestió de justícia.

I com farem aquesta transició energètica cap a fonts d'energia 100% renovables? Aquesta no és una pregunta fàcil, i la resposta —necessàriament— ha de passar per fer una anàlisi precisa del que necessitem i del que tenim i també del que no tenim. De res serveix voler anar a l'altra vora del riu si no podem fer un pont o una barca que ens hi porti. A més, hi ha la qüestió temporal. Quant temps tenim per evitar un punt de no retorn? Quan temps necessitem per fer efectiva la transició energètica? I aquí és on aquest llibre ens pot ajudar. El professor Francesc Reventós ha dedicat tota la seva vida a l'energia, primer com a treballador d'una central nuclear i després com a

professor de la UPC, on he tingut el plaer de coincidir amb ell a l'Institut de Tècniques Energètiques fins la seva jubilació. Aquest llibre reflecteix molt bé la seva manera de ser, tranquil i afable, però tremendament apassionat en el seu relat. Una de les tesis més importants del llibre és que els científics i tecnòlegs han de ser escoltats, a més dels economistes, polítics i estratègies. Però escoltats de veritat, perquè són els que saben del cert com portar-nos a l'altra vora del riu. Com ens explica el professor Reventós, fer la transició a un model de fonts d'energia 100% renovables no es pot fer d'avui per demà. Cal una planificació. En la seva opinió, la transició passa per mantenir uns anys més les centrals nuclears mentre se substitueix progressivament el carbó, gas natural, petroli i derivats, que en aquests moments representen la major part de l'origen de l'energia al món, per fonts d'energia netes. En paraules seves «Les nuclears no són el futur, però formen part del camí que hi porta». Aquí podríem encetar un debat viu... però llegiu abans el llibre.

El professor Reventós és, sens dubte, una de les persones que conec que ha assistit a més tertúlies i conferències sobre energia que s'han fet els darrers anys, que no han estat poques. Tertúlies sobre aspectes de l'energia relacionats amb la tècnica, economia, sociologia, ecologia, geopolítica, desigualtats nord-sud i gestió. Com ell mateix diu «les observacions realitzades i les reflexions posteriors em porten, sobretot, a reivindicar ciència». En efecte, les interaccions entre coneixements diversos volen un rigor que només es pot aconseguir amb un apropament científic dels diferents actors implicats. Es tracta d'un apropament que només serà eficaç si es realitza en un entorn i amb un tarannà adequats, «amb una autocrítica profunda, lluny de pressions partidistes o comercials i amb un realisme objectivament ambiciós». El text ens recorda les dimensions mundials del problema amb referències meditadaes a les hegemònies polítiques, al petroli o al Sud Global, i insisteix que és crucial no oblidar la solidaritat global del planeta.

Aquest és un llibre oportú, en què els aspectes tecnològics i la implantació de la transició energètica s'analitzen a fons i de manera global i en què els lectors podran conèixer els punts essencials del que està en joc. El llibre també aporta algunes xifres que permeten entendre la magnitud i la proporció del problema als lectors des d'àmbits no-tecnològics. Això inclou una anàlisi acurada de la descarbonització urgent i del funcionament estable i durador del planeta que s'haurà d'aconseguir utilitzant fonts renovables d'energia.

Em plau molt recomanar la lectura d'aquest llibre, perquè sempre he pensat que una de les contribucions que poden fer els professors d'universitat a la societat quan es jubilen és escriure una obra de la seva especialitat que reculli les reflexions, pensaments i opinió treballades durant tants anys des d'una òptica transparent i lliure.

Jordi Llorca

Vicerector de Recerca. Universitat Politècnica de Catalunya

Sempre he treballat en el camp de la gestió energètica

Sempre he treballat en el camp de la gestió energètica. Primer com a professional i directiu dins del sector elèctric, on vaig conèixer i tenir com a company en Francesc Reventós, després com a consultor i professor de mercats energètics i comercialització d'energia elèctrica.

La trajectòria d'en Francesc Reventós com a enginyer especialitzat en seguretat nuclear en el projecte de les centrals nuclears d'Ascó i Vandellós II, i després com a professor de Tecnologia Nuclear a la UPC l'avalen com a profund coneixedor de la seguretat de les centrals nuclears i de la seva problemàtica.

Frenar el canvi climàtic produït pels gasos d'efecte hivernacle és probablement avui el principal problema que tenim, juntament amb la pandèmia de la COVID, i que té dimensions planetàries. El CO_2 que emetem a l'atmosfera com a producte de la combustió d'energies fòssils que contenen carboni és el gas que emetem en major quantitat amb gran diferència respecte els altres. En conseqüència, la descarbonització, abandonar la combustió de les energies fòssils, és el repte més urgent que la humanitat hem d'abordar de forma immediata.

Per això m'ha semblat intel·ligent i coherent la proposta de transició energètica de Francesc Reventós, que inclou aprofitar i utilitzar les centrals nuclears dins la transició energètica en la primera fase d'assolir la descarbonització del sistema energètic, atès que no emeten CO_2 i que són extremament complementàries amb les energies renovables, deixant de banda molts prejudicis que moltes persones encara mantenen sobre les centrals nuclears, sense haver-les estudiat ni contrastat de forma profunda.

Les energies renovables es caracteritzen perquè són sostenibles, però tenen dos aspectes tècnics que limiten la seva utilitat: són intermitents i tenen un nombre baix d'hores d'utilització anual. El primer aspecte vol dir que només les tenim disponibles algunes hores al dia, quan el sol, el vent o l'aigua fan acte de presència. El segon aspecte significa que funcionen menys de 2500 hores/any, el que vol dir que tenen una productivitat bastant limitada per unitat de potència instal·lada i això vol dir que haurem d'instal·lar entre 2 i 5 MW de potència renovables per substituir 1 MW tèrmic, ja que, a més, una part de l'energia renovable produïda no la podrem aprofitar mentre no siguem capaços d'emmagatzemar-la d'una forma econòmicament rendible. Per contra, l'energia nuclear es caracteritza perquè és una energia de base que pot funcionar entre 7500 i 8000 hores a l'any i també pot fer seguiment de càrrega si es considera necessari. Per això el binomi renovables-nuclear pot ser molt robust i adequat per portar a terme la primera fase de descarbonització de la transició energètica abans d'arribar a la segona del tot renovable. Recordem que

aquesta segona precisa una gran quantitat d'emmagatzematge d'energia que avui no tenim encara disponible a preus raonables i que probablement trigarem algunes dècades a desenvolupar. Convé no oblidar els problemes pendents de resoldre de descarbonitzar el consum industrial tèrmic, el transport pesat terrestre, el transport aeri i el transport marítim, dels quals els dos darrers de moment no es comptabilitzen en l'Acord de París 2015.

Tot i així el que més m'ha agradat de la proposta d'en Francesc Reventós per fer la transició energètica mundial és que, aprofundint la circumstància que hem de resoldre un problema planetari, aprofita també per intentar avançar en altres problemes planetaris pendents de solucionar, com el creixement econòmic il·limitat i la gran desigualtat entre el nivell econòmic dels països industrialitzats i els països del Sud Global. La seva proposta és de les primeres que conec que intenta abordar tots aquests aspectes planetaris essencials per fer front al canvi climàtic fent veure la clara insuficiència dels acords de París 2015, que només se centren a aconseguir minorar l'increment de la temperatura mitjana del planeta sense incloure de quina forma concreta cal aconseguir-ho. Després d'haver fet un treball de profunda reflexió i documentació sobre la transició energètica, ell afegeix tres aspectes clau que es fa necessari abordar i els proposa com a possibles esmenes a afegir a l'Acord de París 2015: què cal plantejar als països productors de combustibles fòssils per contrarestar la seva tendència natural a oposar-se a l'acord de París; com suavitzar el creixement econòmic que no es pugui aconseguir amb un alt grau d'eficiència energètica; i com abordar la necessitat d'ajudar els països del Sud Global per part dels països industrialitzats perquè aquells puguin assolir un grau de desenvolupament econòmic més alt d'una forma harmònica amb els objectius de descarbonització mundial.

Aquesta proposta ens pot semblar en alguns aspectes molt difícil d'assolir, però és evident que cal avançar a escala mundial perquè un nombre creixent de països la facin seva totalment o parcialment. Seria una manera de demostrar als països negacionistes que, fells de ruta com aquest, són l'única via per progressar de forma sòlida cap a uns objectius planetaris que només podrem assolir si tots els països es van alineant de manera creixent amb aquestes idees deixant cada vegada més aïllats els països negacionistes, que probablement sempre hi seran, però cal anar reduint-los progressivament a la mínima expressió.

Xavier Cordoncillo

Comissió d'Energia del Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya

Presentació

La problemàtica energètica és damunt la taula

La problemàtica energètica és damunt la taula i la necessitat d'una aproximació multidisciplinària que permeti abordar-la tenint en compte la seva dimensió mundial és cada dia més punyent. Per parlar d'energia, a més de conèixer la tecnologia, hem de tenir molt present la ciutadania, fer un esforç humà i científic per tal d'entendre què ens demana i actuar en conseqüència. Per produir pensament energètic necessitem experts en economia, gestió, climatologia, sociologia, sostenibilitat... i també en tecnologia energètica! L'entrellat de les interaccions entre experts d'especialitat diversa en general ja és complex i, en aquest cas potser més encara. Les dificultats que apareixen en aquestes interaccions solen fer-nos globalment poc eficaços. No interaccionem de forma òptima! Així, i malgrat els esforços de molts, el diàleg en temes de sostenibilitat energètica o global entre experts diversos és difícil. Som davant d'un tema amb un enquadrament complex. La transversalitat ha de ser gestionada i un dels propòsits que tenim és intentar aportar una mica de llum a l'aclariment de la situació.

La conjuntura es complica a causa d'una confusió molt estesa que desenvoluparem més endavant. Molt sovint ens trobem qui confon descarbonització amb assolir la sostenibilitat! Descarbonitzar és alliberar l'atmosfera d'anhidrid carbònic o CO_2 i assolir la sostenibilitat és aconseguir la compatibilitat del ritme de vida de la humanitat amb el planeta i els seus ecosistemes. Són dos conceptes pròxims i, segons com, molt pròxims! En parlarem amb detall i intentarem distingir-los. La distinció serà crucial perquè la descarbonització serà urgent, molt urgent i, en canvi, serà important assolir la sostenibilitat d'una manera sòlida i durable. Qualsevol progrés eficaç ho haurà de tenir en compte.

Per avançar en la solució del problema, serà necessari enquadrar-lo correctament i reclamar la intervenció coordinada d'experts en tecnologia energètica, economia, sociologia, Sud Global i geopolítica.

La fase de descarbonització ens ha de permetre evitar el col·lapse del planeta. Les dificultats que apareixeran en aquesta fase, atès el gran consum de combustibles fòssils, ens portaran a la necessitat d'un pacte amb els seus productors i al manteniment d'una producció substitutòria robusta fins a garantir que l'hem aconseguida. Conforme avanci el text, veurem que aquesta robustesa o fortalesa exigeix una reflexió profunda i només és viable si la transició compta amb producció renovable i nuclear. Aquest punt, doncs, a més de tecnologia energètica, té molta geopolítica.

El demà 100% renovable és una de les fites fonamentals de la nostra estratègia, que raonarem sobretot d'acord amb la transformació social que estem vivint. Estem encetant un canvi social rellevant motivat pels avenços de noves tecnologies com ara la robotització, la digitalització i la comunicació. N'hi diem *revolució tecnològica* perquè va camí de canviar notablement el dia a dia de la nostra societat. És important aconseguir una harmonia intrínseca entre la nova manera de produir energia i el nou dia a dia esmentat. Només així assolirem una sostenibilitat real.

No comencem de zero, afortunadament! Hi ha consciència del problema i una prova en són les conferències del clima. L'essència de l'Acord de París 2015 està en línia amb el que proposem. A París 2015 però, li manca alguna cosa: és indispensable millorar-ne els continguts per donar-los realisme i fer-los més aptes per a la consecució dels objectius traçats.

Sempre m'ha interessat la connexió existent entre tecnologia i societat. Es tracta d'una interacció forta que, malgrat ser tan antiga com el temps, ha evolucionat molt i sobretot les darreres dècades. Durant 40 anys he desenvolupat la meva activitat professional en l'àmbit de l'energia i són moltes les situacions viscudes que m'han empès a aprofundir en el tema, tenint presents tant els seus aspectes més tècnics com els més humans, i la interacció entre uns i altres. Des de l'inici del meu recorregut professional fins avui han aparegut preguntes, respostes, polèmiques i controvèrsies amb un interès creixent.

Val a dir que en tots aquests anys la vida ha canviat! Hem viscut la crisi del petroli, la irrupció de l'energia nuclear, la consolidació d'hegemonies polítiques basades en les reserves de combustibles fòssils, l'emblemàtica caiguda del mur de Berlin, les guerres del petroli, un creixement demogràfic tan gran com desendreçat i, finalment, quelcom de caire més humà i social com ara el naixement i desenvolupament d'una consciència planetària! Solem dir que hem progressat! Probablement, i a escala global podem acceptar l'afirmació. En qualsevol cas, cada dia tenim més proves irrefutables que la sostenibilitat de l'estil de vida a què hem arribat no és viable. Afortunadament, hi ha una preocupació molt estesa que ens estimula a treballar per intentar canviar les coses. L'energia és al moll de l'os del problema de la sostenibilitat general que tenim damunt la taula.

Primer descarbonitzar, després culminar el tot renovable

Quan parlem de transició energètica estem abordant un conjunt de temes diversos, problemàtics i entrelaçats. Permeteu-me, per entrar en matèria, destacar-ne dos que seran extremament rellevants: l'escalfament global del planeta i l'assoliment de la sostenibilitat energètica. Considero que, si de veritat volem resoldre'ls, és important tractar-los com a temes diferenciats i no com un de sol. L'explicació pot complicar-se però intentarem aclarir aquest pensament.

La Vanguardia 19 de desembre de 2021

Els objectius ecològics són dos

Molt sovint ens trobem qui confon descarbonització amb assolir la sostenibilitat! Descarbonitzar és alliberar l'atmosfera d'anhidrid carbònic o CO_2 i assolir la sostenibilitat és aconseguir la compatibilitat del ritme de vida de la humanitat amb el planeta i els seus ecosistemes.

L'escalfament global del planeta és un tema mundial i un problema punyent i així ens ho asseguren els estudiosos en climatologia. Si no aturem aquest escalfament de manera ràpida, som a les portes d'un canvi climàtic que pot ser irreversible i catastròfic. Una sèrie de gasos produïts sobretot per l'activitat humana s'acumulen a l'atmosfera i dificulten el funcionament natural del planeta. Entre aquests gasos, el CO_2 , produït sobretot per les combustions fòssils, és el que convé limitar més urgentment. Com a habitants del planeta hem d'intentar a tot preu estroncar la degradació que està tenint lloc i, per tant, hem de lluitar amb contundència contra la progressió d'aquest canvi climàtic. Per aquestes raons parlem de descarbonitzar la nostra vida, produir menys CO_2 i fer-la menys dependent de les combustions fòssils. Fa temps que els experts en parlen, però des de fa uns anys insisteixen que és una qüestió extremadament urgent! Ens parlen del col·lapse del planeta! Els experts en climatologia han xifrat aquesta urgència i demanen aturar pràcticament totes les combustions fòssils d'aquí 30 anys, és a dir, abans del 2050. El nostre primer objectiu ecològic és descarbonitzar.

Assolir la sostenibilitat energètica és el segon dels temes. El camí que ens ha de permetre aconseguir-la és igualment problemàtic, està lligat a la sostenibilitat global i, per tant, al funcionament estable i durador del planeta o al que jo entenc com el seu estat estacionari desitjable. Som habitants d'un planeta finit. La terra és un sistema obert des del punt de vista energètic i tancat pel que fa als materials. A més, a la terra hi trobem una cosa que anomenem vida i que sembla força única. En efecte, el planeta rep energia del sol i emet energia degradada cap a l'univers. Els materials que trobem a la terra es van consumir i no són restablerts mai. El carbó, el petroli, el gas o l'urani, però també el ferro, l'alumini, el liti o el gal·li que trobem al planeta poden ser utilitzats amb cautela i durant un temps limitat. Finalment, la vida o els ecosistemes són quelcom molt peculiar. Hi ha experts en biologia i en ecosistemes que solen dir la seva i val la pena escoltar-los. La vida és complexa, i tot i que sembla que els experts cada dia l'entenen una mica millor, sabem que aquest coneixement és limitat i convé tractar el fet amb cautela. La humanitat està obligada a tenir un respecte exquisit pels ecosistemes i per les recomanacions dels estudiosos

que s'hi dediquen. Tenint present tot això, convé adequar la nostra activitat a les possibilitats del planeta pel que fa a energia, materials i estimació a la vida i als ecosistemes. Només la conservació estacionària del planeta permetrà una vida futura en condicions. Energèticament això només es pot aconseguir fent que, a la llarga, la producció energètica sigui 100% renovable i harmònica amb l'estil de vida que consolidem. Aquest és el segon objectiu ecològic.

Podem veure que els dos temes esmentats — l'escalfament global del planeta i la sostenibilitat energètica — tenen un parentiu i unes semblances, però també tenen una diferència essencial. Parlem primer de la diferència: el nivell d'urgència. Tots dos són urgents, però resoldre l'escalfament global és, ja ho hem dit, extremament urgent. Només tenim 30 anys per solucionar-lo clarament. Això és el que diuen els experts! Si no ho aconseguim, ens cau a sobre el col·lapse del planeta amb un canvi climàtic de conseqüències nefastes per a tota la humanitat. Parlem ara del parentiu entre els dos temes que també existeix i és clar. Si tinguéssim la capacitat de dur a terme una transició energètica que implementés el tot-renovable a tot el món en 30 anys, hauríem resolt els dos problemes. Però també és veritat que la situació de partida està tan desbordada, que intentar-ho sense més ajuda no sembla tenir cap garantia d'èxit. Convé recordar i repetir que mirem de resoldre un problema d'abast mundial, que el 80% de l'energia utilitzada és d'origen fòssil i hi ha un nombre de països, empreses i ciutadans amb un negacionisme molt consolidat. Sembla acceptat que necessitem accions com ara la reconducció dràstica i mundial de la utilització de combustibles fòssils i la creació d'infraestructura energètica renovable. El progrés d'aquestes tasques pot tenir ajuda d'incentius que motivin el consum responsable de la ciutadania, la sobrietat general planetària i l'avanç raonable del conjunt de països que avui formen el que solem anomenar Sud Global. Hi ha seriosos dubtes que aquestes accions puguin dur-se a terme amb celeritat de manera satisfactòria.

Si separem en dues fases les accions correctores, estarem tractant la descarbonització com a tasca urgent i l'èxit de la sostenibilitat com a important. En aquestes condicions es manté tota l'ambició ecològica i augmenta l'esperança d'èxit. En la fase de descarbonització, la producció energètica renovable ha de ser complementada per alguna altra font d'energia descarbonitzada en el propòsit de cobrir el primer dels dos grans objectius a aconseguir. Les centrals nuclears són candidates a aportar aquesta ajuda. Els experts en tecnologia nuclear, a més de corroborar que l'energia nuclear és descarbonitzada, ens diuen i ens asseguren que les centrals són raonablement segures i que el problema dels residus el tenen ben encarat. Quan consultem el ciutadà corrent, o fins i tot a la classe política, la resposta és diametralment oposada! Aquest és un problema que convé resoldre i entenc que vol una atenció col·lectiva i per tant un impuls institucional. Això no s'està fent!

Durant un temps limitat, les centrals nuclears, en la meua proposta, serien utilitzades per complementar les renovables en el compliment del primer dels dos objectius ecològics fixats, és a dir, la descarbonització. Durant quant de temps? I quantes centrals necessitem? Crec que tothom vol una resposta a aquestes preguntes. La resposta a la primera pregunta és: necessitem nuclears mentre no tinguem el 100% renovable a tot el planeta. Confiem que això sigui poc després del 2050! La resposta a la segona pregunta és més complexa atès que depèn de consideracions planetàries i de país. Si no hi hagués països negacionistes, cada país podria raonar el problema d'acord amb el cobriment de la seva demanda energètica interna. Cada país avaluarà les seves capacitats de crear infraestructura renovable i complementaria a mida

el nombre de centrals nuclears necessàries per aconseguir l'objectiu d'eliminar les combustions fòssils abans del 2050. Hi ha casos molt diversos. Molts països en tindrien prou amb l'extensió de vida útil de les centrals nuclears existents fins que s'aclarissin les incerteses. Tot això és una mica més complicat a causa dels negacionistes. Tant de bo el negacionisme deixi d'existir ben aviat! Tant de bo el diàleg i la diplomàcia assoleixin els seus objectius i països, empreses i ciutadans treballin units per descarbonitzar la vida i evitar el col·lapse del planeta!

En qualsevol cas, la proposta de considerar dos objectius i establir per a cadascun un tractament específic seria ja un clar pas endavant que facilitaria debats i acords més operatius. En les condicions proposades, activitats que avui semblen enfrontades trobarien un espai i potser contribuïrien fermament a produir un avenç important. El mateix podríem dir dels temes amb connotacions geopolítiques. El diàleg i el pacte haurien d'aconseguir que la força tecnològica fos posada inequívocament al servei dels objectius ecològics. És crucial doncs distingir els dos objectius ecològics! La descarbonització és extremament urgent. Hem d'evitar el col·lapse! Les tasques que ens condueixen a la sostenibilitat energètica amb un demà 100% renovable són importants i s'han de planificar i fer acuradament tenint presents els seus temps i retroalimentacions.

Uns breus comentaris sobre la reconducció de la utilització de combustibles fòssils ens permetran entendre algunes de les seves dificultats i controvèrsies. El més rellevant és quantitatiu i contundent: el 80% de l'energia que consumim avui és d'origen fòssil! Solament aquesta xifra ja és prou definitiva. Un altre comentari més qualitatiu però també bastant rotund és el següent: no tota la humanitat està convençuda de la necessitat d'aquestes accions d'aturada fòssil. Hi ha països, empreses i ciutadans que són negacionistes, això és, que neguen que estigui tenint lloc un canvi climàtic, o que sigui nefast i ens pugui portar al col·lapse del planeta. Finalment la substitució de les combustions fòssils té els seus inconvenients. Tècnicament, sembla resolta però completar-la demana un esforç col·lectiu feixuc i que de ben segur pot ser llarg i costós.

La creació d'infraestructura energètica renovable arrenca amb unes condicions que val la pena comentar. El primer comentari és de caràcter quantitatiu i enormement positiu. Es refereix al gran potencial d'aquestes energies i particularment de l'energia solar. El segon comentari es refereix a la connexió tecnològica i social que presenta la tasca considerada. No es tracta d'una simple substitució d'un tipus de producció per una altra. La substitució en qüestió ha de venir acompanyada de canvis potser substancials no solament en la manera de produir sinó també en la manera de viure. És en aquest punt en què més incideix la mútua adaptació entre la societat i la manera com sabem produir energia renovable. És una dificultat que requereix temps i retroalimentació. Juntament amb realitzacions renovables que mostren ja avui una bona projecció de futur com ara els camps solar-fotovoltaics associats a indústries de tipus mig, hi trobem també situacions amb seriosos pro-

blesmes d'implementació de solucions renovables com el que avui es dona en zones densament poblades. La baixa densitat energètica de l'opció solar, o l'escassetat d'alguns materials necessaris per a la fabricació de components implicats són alguna de les dificultats addicionals que poden alentir encara més el procés de creació d'infraestructura energètica renovable. La transició s'hauria de dur a terme amb garanties de no ser aturada per aquestes dificultats.

Els acords de sobrietat i les polítiques d'ajut al Sud Global també incideixen en les possibilitats d'arrencar una transició energètica eficaç. És intuïtiu veure com el consumisme fa gastar energia i està enormement arrelat al tarannà de vida de la societat actual. Bé és veritat que hi ha accions per frenar el consumisme tot redefinint la nostra convivència amb ànim de fer-la més sostenible, però tot vol el seu temps. Així mateix, sabem que el desitjable equilibri del planeta no es produirà raonablement si el Sud Global no avança prou i això sembla que també va per llarg. La societat, de manera implícita, demana que la transició faci front també als contratemps que es puguin originar per aquestes raons.

El negacionisme és un problema seriós i no pot ser ignorat! Sembla que en el futur pròxim podem trobar-nos la humanitat dividida en dos grups: els partidaris de la descarbonització i els fòssil-dependents. Aquesta divisió portaria fàcilment a una dinàmica conjuntural d'hegemonies i donaria entrada a un bloc d'indecisos o països que escoltarien uns i altres i actuarien en funció de les ofertes dels dos grans grups. La diplomàcia i l'oferta tecnològica del grup prodescarbonització, seran crucials per aconseguir l'èxit de la transició energètica. La mateixa robustesa tecnològica necessària per dur a terme una descarbonització a temps esdevindrà útil per a enfortir el discurs diplomàtic!

En aquestes condicions sembla que, si de veritat volem resoldre les problemàtiques generades pels dos temes que ens ocupen, haurem de fer-ho en primer lloc reconeixent que són dos i no un; i en segon lloc utilitzant l'ajuda contundent d'aquelles fonts d'energia descarbonitzada que avui estiguin disponibles per ser utilitzades en el propòsit. Primer haurem de descarbonitzar urgentment en 30 anys la nostra producció energètica fent servir totes les fonts disponibles i vàlides per al propòsit. Plantejada així, estem parlant d'una tasca més realitzable que ens ha de permetre dominar el canvi climàtic. Després, un cop aturat el col·lapse del planeta, haurem de culminar el tot-renovable alhora que es va consolidant l'adaptació mútua entre la societat i la seva infraestructura energètica. Val la pena matisar la paraula *culminar*. És obvi que durant els 30 anys en què ens haurem concentrat a resoldre el problema de l'escalfament mitjançant la reconducció de la utilització dels combustibles fòssils, haurem creat una infraestructura energètica renovable important que haurà contribuït a l'objectiu de descarbonitzar. El 2050 tindrem un 100% de producció descarbonitzada de la qual confiem que un alt percentatge sigui renovable. *Culmi-*

nar vol dir avançar partint del percentatge renovable aconseguit el 2050 i arribar al 100% en un temps raonable.

Aquest és el guió! Fins aquí he explicat els trets essencials del punt en què ens trobem i les grans directrius del que proposo fer. Potser el més important és que es tracta d'una proposta que té molts punts de coincidència amb el que es va pactar a París el 2015. És una proposta que té en ment principis explícits del contingut de la conferència com ara que el futur ha de ser 100% renovable i que s'han d'implementar recursos energètics distribuïts. És una proposta que participa del nou paradigma energètic i essencialment intenta afegir realisme a la solució del problema i corregir l'enquadrament de la transició. És una proposta, doncs, amb similituds i diferències amb el que anomeno l'opció vigent que emana de París 2015 i que serà breument comentada més endavant. Seran les mancances observades a l'opció vigent, sobretot les relatives a urgències i incerteses en joc les que mostraran l'essència de la proposta. En efecte, l'opció vigent, d'una banda té molt clar que la ciutadania vol un demà net i saludable, i en això estem totalment d'acord; però d'altra banda, potser no té gaire present que la societat vol un dia a dia sense grans trasbalsos. Per fer front a aquestes dificultats i a la seva magnitud cal emprar correccions sobradament contundents mentre no es vegi clar l'assoliment de l'objectiu. Per aquesta raó proposo primer descarbonitzar utilitzant tots els recursos disponibles, evitar el col·lapse del planeta i culminar una mica més tard, un cop assolida la descarbonització, la materialització de la sostenibilitat.

La garantia d'èxit d'una transició energètica vol un enquadrament complet del problema. Això és, a l'hora de la implementació del model energètic, tenir presents temes aparentment tan dispersos com ara la geopolítica per fer front al negacionisme; les consideracions socioeconòmiques per fer possible la sobrietat i el progrés del Sud Global, o la governança del problema atès el seu caràcter mundial.

Com ho farem?

Si aquest és el guió, el desenvolupament que segueix intenta conferir-li la força necessària per donar més solidesa al contingut en joc. No vull atabalar el lector, per això miraré de cenyir-me als trets essencials del problema. Això s'intentarà amb comentaris, raonaments, alguna lliçó breu de tecnologia energètica i alguna dada rellevant. En aquest sentit, el text és una proposta, ja que exposa l'essència dels esquemes dialèctics que crec que han d'entrar en joc en el debat energètic. No és un full de ruta detallat, però inclou al·lusions a aquells aspectes que oportunament s'han de considerar. El nivell de desenvolupament de cada tema s'ha definit segons el que m'ha semblat d'utilitat per entendre l'estratègia global. La proposta és, doncs, una estratègia marc que vol impulsar un coneixement de conjunt que

faci viable la interacció entre els experts involucrats. El llibre parla poc d'economia, de Sud Global o de context normatiu i, malgrat tot, intenta recordar com aquests i altres temes connecten amb el bagatge necessari per a la presa de decisions en el context de transició energètica.

Consegüentment, el llibre comença amb un capítol introductor i en què exposo el nus del tema tot presentant el que anomeno *problemes conjunturals*: l'escalfament global del planeta, el consumisme i el Sud Global. Aquest capítol, que aborda una descripció planera de cada problema, a més de la seva connexió amb l'energia, ja permet copsar la urgència del primer dels temes i la importància de no oblidar els altres dos. En l'intent anunciat de senzillesa expositiva, la presentació del consumisme es fa utilitzant el concepte d'*estímul social*, que confio resulti ser entenedor.

Seguidament, passo a parlar del context del problema energètic en els aspectes tecnològics i d'implantació i així intento explicar, com si fóssim a l'aula, temes diversos que reapareixeran més tard. En aquest segon capítol, tinc en ment experiències viscudes amb persones que, des d'àmbits no-tecnològics, m'han demostrat interès per conèixer una mica més l'essència del problema. L'elecció de quins temes convenia desenvolupar ha estat en funció de les controvèrsies abordades més tard. El capítol inclou algun càlcul; gairebé sempre es tracta de càlculs simples amb la finalitat de reforçar la comunicació de la lògica dels conceptes presentats.

En aquestes condicions, el text passa a la proposta pròpiament dita que ocuparà els tres capítols següents: «Què proposem fer?», «On som?» i «Consolidació de la proposta».

Al tercer capítol, «Què proposem fer?», hi exposo l'essència de la proposta amb el detall que suggereix la comprensió de controvèrsies i accions proposades. Aquest capítol es compon de les seccions «Reconducció de la utilització de combustibles fòssils», «Implementació de la sostenibilitat energètica», «Acords de sobrietat» i «Suport al progrés del Sud Global». També en aquest capítol hi apareixen les dues primeres esmenes que proposo per al contingut de la cimera coneguda com a París 2015.

Considero oportuna la ubicació del capítol quart, «On som?», encara que, a primer cop d'ull, pugui semblar que talla el fil de la proposta. El capítol parla de l'enquadrament actual del problema i dels actors que avui solen debatre i fins i tot decidir en el tema energètic. El punt on som i l'opinió dels que en parlen és un contingut necessari per a qualsevol continuació.

El cinquè capítol sobre «Consolidació de la proposta» en recupera el fil, en completa els continguts i recapitula. També proposa una tercera esmena per a París 2015 i inclou unes quantes consideracions sobre el seguiment a realitzar.

Finalment, el capítol sisè, «Pensaments finals», conté un apartat bastant subjectiu sobre les inquietuds personals pel que fa la conjuntura, i un epíleg valoratiu.

Aquest llibre va dirigit a tot aquell que vulgui entrar en l'entrellat de la problemàtica energètica i aclarir-lo en la mesura del que és possible. Les solucions a debatre volen experteses molt diverses amb interfases pensades i optimitzades. L'entesa entre especialistes diferents és una de les meves grans preocupacions. Aquest llibre va dirigit a advocats, psicosociòlegs, climatòlegs, economistes, tecnòlegs, gestors d'empresa, i sobretot, polítics. Els he tingut molt en ment a l'hora d'escriure. Amb realisme i respecte, parlo de polítics que, amb les seves lògiques d'actuació i les seves línies vermelles, intenten el compromís entre la sintonia amb la ciutadania i la gestió eficaç. És un llibre per a tecnòlegs? El tecnòleg que el llegeixi contestarà fàcilment la pregunta i descobrirà, de ben segur, una manera d'adequar el seu interès a la secció del text en què es trobi. Hi ha moments en què tinc el tecnòleg molt present, sobretot quan analitzo la interfase entre tecnologia i gestió. Hi ha moments en què, pensant en altres tipus de lector, desenvolupo petits exemples didàctics destinats a introduir o reforçar algun concepte bàsic que al tecnòleg li pot semblar elemental. Benvinguts els tecnòlegs a la lectura, confio que el llibre us pot aportar continguts interessants!

El llibre va dirigit també a les altes esferes del poder que haurien de fer un esforç per facilitar aquells canvis sociopolítics que han de permetre la correcció del que ens ve a sobre. També m'adreço als qui dubten del caràcter mundial que té, no solament el problema, sinó també el seu necessari tractament. Molt sovint, ens trobem amb qui s'obsessiona en els aspectes més quotidians del tema, i és bo que s'hi pensi, però oblida, en canvi, la transcendència d'accions a realitzar des de dalt de tot. Algú ho ha de recordar. Finalment, el llibre demana una intervenció coordinada d'experts en tecnologia energètica, economia, sociologia, Sud Global i geopolítica, i en aquest sentit recull unes bases d'interacció que haurien de constituir un bon punt de partida per a futurs estudis multidisciplinaris sobre energia.

Aquest text aflora en un moment molt particular

Durant la redacció d'aquest text, ha tingut lloc un fet realment excepcional. Parlo de la pandèmia del coronavirus, una crisi que ha alterat la vida de tots i ha estimulat la meditació de molts. Ha posat en evidència, qui ho havia de dir, aspectes molt significatius de la manera de ser i de procedir dels humans. Hem conegut alguns punts febles potser insospitats fa un temps, però ha aflorat afortunadament alguna virtut col·lectiva. Confio que la meditació originada arran aquest episodi doni lloc ben aviat a una nova manera de mirar endavant amb respecte, confiança i solidaritat. Comentem breument alguns fets i la seva relació amb el text que estem emprant.

Entre els aspectes negatius, tenim evidències que la pandèmia, i sobretot la crisi econòmica que comporta, tenen un impacte sobre la nostra capacitat de fer front a la transició energètica. Per altra banda, però, pensant en virtuts i lliçons apreses en l'ocasió, val la pena assenyalar algun fet rellevant.

La solidaritat és potser la virtut que afortunadament he vist aflorar amb més insistència. El mateix confinament és solidari. La vida dels ciutadans del món és avui reconeguda implícitament com un bé altament preuat que intentarem defensar amb contundència. Quan parlem d'energia, de transició energètica o de lluita contra el canvi climàtic també hem de ser solidaris. Solidaris amb la resta de la ciutadania mundial! Ni el virus ni el clima tenen fronteres! Malament si la nostra estratègia de transició energètica es limita al nostre país o a la nostra regió. Malament si la cohesió social i la nostra consciència planetària no ens porten a exigir als governs que activin accions de conjunt destinades a portar la transició energètica a l'escenari mundial que li correspon.

La confiança en els científics és un altre dels punts que m'agrada destacar en la conjuntura que vivim actualment. El virus ha entrat a la vida dels humans i per fer-lo fora necessitem ciència. Necessitem creure en els experts i facilitar la seva actuació. Necessitem aconseguir que els científics treballin com a ells els sol agradar: amb asèpsia i lliures d'interessos comercials o partidistes. Debatent allò que els interessa debatre i amb qui realment pot aportar alguna cosa. El ciutadà ha vist treballar el científic, ha comprovat la bona connexió entre científics de tot el món en contrast amb la connexió o la poca connexió existent de vegades entre dirigents polítics relativament pròxims. Facilitar l'actuació dels experts i confiar en ells és, també en la transició energètica, quelcom indispensable.

A la crisi actual hi ha hagut necessitat i ocasió de tractar i visualitzar conceptes tan quotidians com indispensables en el món de la ciència i de la gestió com ara són la incertesa i el marge. Són conceptes quotidians ben entesos en el cas del virus, que tenen per descomptat una gran rellevància a l'hora de parlar d'energia. En aquest cas, les incerteses són diverses, multiparamètriques i feixugues de tractar! Trobarem incerteses relatives al negacionisme, al desenvolupament de països del Sud Global, a la limitació del consum energètic, al progrés de la tecnologia i a molts dels paràmetres involucrats amb els càlculs i prediccions de futur.

Permeteu-me assenyalar una incertesa molt concreta, la relativa al possible col·lapse del sistema sanitari i apuntar el seu paral·lelisme amb el malauradament també possible col·lapse del planeta. Ben d'hora els experts ens van dir que, si la població seguia les recomanacions de confinament i protecció, podien inferir que el nombre d'infectats arribaria a un màxim i després començaria a decreixer. La posició d'aquest màxim en temps i magnitud es podia estimar aproximada-

ment, però hi havia una incertesa en la predicció. La incertesa va ser coberta amb marge, com s'acostuma a fer al món de la gestió en general. El paràmetre clau del problema va ser el nombre de llits a les Unitats de Cures Intensives (UCI) disponibles i necessaris a cada moment i particularment a l'instant del màxim. Un esforç logístic va permetre la instal·lació de nous llits cobrint amb marge les necessitats reals. Molts vàrem aplaudir amb fervor l'esforç de les experteses i de persones que van fer possible el fet. Permeteu-me destacar un punt, aparentment irrellevant, que aplaudeixo també. Us parlo del muntatge de comunicació gràcies al qual molta gent del carrer va arribar a tenir una visió suficient de la problemàtica de la saturació del sistema sanitari. Es van utilitzar corbes de nombre de llits d'UCI reals i utilitzats en funció del temps, presentades de forma comparada i amb una lleugera projecció de futur. La incertesa de quan es produiria el pic de necessitats i de quina magnitud seria va esdevenir un concepte socialment molt més pròxim. Crec que som molts els qui vàrem entendre la necessitat de no fer tard ni a l'hora de contenir el nombre de casos ni a l'hora d'ampliar el nombre de llits disponibles. El fet es va viure amb interès i quan el marge es va mostrar suficient tot va tenir un ressò rellevant. Un concepte complex però crucial, com el risc del possible col·lapse del sistema sanitari, va ser comunicat amb èxit. En el cas de les emissions de gasos a l'atmosfera, per tant el cas energètic, el col·lapse tindria lloc si no aconseguim reduir a temps les emissions de CO_2 . No ens ha de costar trobar, també en aquest cas, un paràmetre clau per visualitzar com vàrem fer amb el nombre de llits hospitalaris. Potser divulgant amb insistència corbes d'evolució temporal tant a escala local com mundial del consum fòssil, de les emissions, de les ppm (parts per milió) de CO_2 a l'atmosfera i potser d'alguna altra magnitud que ajudi a comunicar el fet, ajudariem a donar a entendre la dificultat d'avançar. Totes les corbes citades, avui creixents, han d'arribar a un màxim, començar a decreixer i, algunes, com les d'emissions i consum fòssil haurien d'arribar a zero sobre l'any 2050! Si en el seu dia vaig aplaudir el muntatge de comunicació, avui animo els comunicadors que capitalitzin els seus bons resultats i possibilitin que marges i incerteses sobre el compliment del compromís de París puguin esdevenir conceptes socialment més pròxims a la ciutadania.

El curt i el llarg termini són conceptes conseqüents amb el comentari anterior. En el cas del virus, les mesures de confinament, protecció i optimització de la logística són el curt termini, i la vacunació i gestió de la immunització, el llarg. En el cas de la transició energètica, parlarem de descarbonització i culminació renovable. Si no descarbonitzem correctament i a temps col·lapsarem el sistema! S'ha d'anar a totes amb la descarbonització, com a humanitat ens hi juguem molt. Un cop resolt el curt termini energètic, un cop assegurem que el sistema no col·lapsa, ens concentrarem en la fase següent. Aleshores vindrà el moment de culminar el llarg termini completant el tot renovable. En cap circumstància hauríem d'admetre obviar el curt termini argumentant que la solució a tot vindrà de forma idíl·lica sense més.

Els problemes conjunturals

La Vanguardia 22 de juliol de 2011

La població mundial va creixent. En els darrers 50 anys s'ha doblat. Estem davant d'un problema complex i la humanitat té el repte de tractar-lo d'una manera cívica. Sociologia i economia constitueixen el nucli de coneixement necessari per enfocar la situació, però la tecnologia hi ha de ser. Els grans creixements demogràfics han anat lligats a revolucions tecnològiques.

Sempre ha semblat que era bo compartir. A la llarga la humanitat, si arribem a créixer tant demogràficament, haurà d'assolir una mentalitat col·lectiva de compartir.

Què cal fer avui? Tres grans problemes s'articulen amb la resposta. El primer és el Sud Global i el seu endarreriment, el segon és l'estat de l'atmosfera i el tercer rau en l'estímul social i la seva forta dependència de la competitivitat.

Per què parlem ara del Sud Global? El problema no és nou. El civisme humà ha aconseguit alguna fita. Encara queda feina... Hem de portar aigua corrent a mil milions de persones!

Per què parlem ara de l'atmosfera? El moment és crític. L'anhidrid carbònic o CO₂ contingut a l'atmosfera ha arribat a quantitats alarmants per les combustions.

Per què parlem ara de l'estímul social? Durant algun període de la història el creixement demogràfic i tecnològic ens va portar a escenaris en què produir més de pressa donava lloc a riquesa i a una distribució justa i eficaç. Popularment era difícil captar la circumstancialitat del fet i la premissa va ser elevada al rang de principi ètic. El temps ha obert els ulls a molta gent però d'altres encara pensen que tot s'autocorregirà. La competitivitat, que produeix qualitat de productes i serveis, també dona lloc a abusos i altres condicions negatives.

1.1. El primer problema: l'atmosfera

1.1.1. Essència del problema de l'atmosfera

Abans d'entrar en qualsevol tipus d'acció a realitzar, convé recordar l'essència de la problemàtica primordial que ens afecta i aquesta és la de l'anhidrid carbònic o CO_2 a l'atmosfera. Cal comentar dues qüestions: com es regula la quantitat de CO_2 a l'atmosfera i quin impacte té un excés de CO_2 .

Tota combustió d'una substància que contingui carboni dona lloc a CO_2 més aigua i cendres, i a vegades alguna substància més. Entre les substàncies que contenen carboni hi ha la llenya o la biomassa en general, i els hidrocarburs com ara el gas natural o els que trobem en el petroli o el carbó. Aquest CO_2 va a l'atmosfera i, de forma natural només en marxa per mitjà de dos mecanismes, l'un relacionat amb la massa forestal i l'altre amb els oceans. És el moment també de recordar que les espècies animals en general, incloent-hi l'espècie humana, produïm CO_2 quan respirem. Som animals! La massa forestal i els oceans del planeta són els responsables de dur a terme aquests mecanismes naturals que consisteixen a capturar molècules de CO_2 de l'atmosfera. En el cas dels vegetals, el mecanisme es diu fotosíntesi i el que fa és absorbir CO_2 , incorporar el seu carboni als teixits del vegetal i produir oxigen. Aquesta és una de les raons per les quals al bosc s'hi respira tan bé i a la ciutat tan malament! En el cas dels oceans, el mecanisme és essencialment semblant però una mica més complex. Involucra el plàncton i els corals, i incorpora el carboni absorbit en roques sedimentàries diverses.

Mentre al planeta hi ha, d'una banda, un nombre d'animals i de combustions controlat i, d'altra banda, una extensió de boscos suficient i uns oceans que mantenen la seva funcionalitat, l'equilibri s'assoleix i la concentració de CO_2 queda també controlada. No hi ha acumulació de CO_2 i això resol la primera qüestió. En aquest punt val la pena concretar el tractament que habitualment es fa de la biomassa. El carboni de la biomassa, a efectes de comptabilitat, se sol considerar com a carboni de la biosfera que no trenca l'equilibri natural establert.

La segona qüestió és important també. Si al nostre planeta hi ha vida és gràcies que tenim atmosfera! Una de les funcions de l'atmosfera és atenuar la radiació solar i deixar-la a uns nivells que fan possible la vida. Quan pugem a una muntanya de 3000 metres d'alçària o més, la capa atenuadora és més prima i el sol pica més. Altres exemples quotidians trobaríem relacionats amb el fet. L'excés d'uns quants gasos, com ara el CO_2 , agreuja l'efecte hivernacle i dificulta la sortida de la radiació solar degradada. El fenomen és bastant més complex però aquesta n'és l'essència. Si tenim un excés de CO_2 a l'atmosfera, el planeta s'escalfa, la seva temperatura mitjana s'estabilitza a un valor més alt, i això ens porta a un desglaç addicional

amb un lleuger augment del nivell d'aigua als oceans, i altres conseqüències. Tot plegat porta a una dinàmica meteorològica diferent i al que coneixem amb el nom d'*escalfament global*. La temperatura mitjana del planeta que, segons els experts, és un bon indicador de la seva salut en aquest aspecte, ha augmentat gairebé 1 °C els darrers 50 anys, mentre que els 50 anys anteriors a penes s'havia mogut. Un altre bon indicador del mateix, és la superfície del casquet polar àrtic, aquest bloc de gel ubicat al pol nord, la superfície del qual ha disminuït enormement els darrers 30 anys. Aquests són fets provats, verificables i entenc que suficients per concloure que la situació és crítica. És més difícil assegurar que avui hi ha més tifons, tsunamis i huracans que fa 50 anys, però crec que no val escapilir-se, cal considerar la situació com a crítica, fer confiança als científics i actuar amb urgència.

Amb la informació que tenim disponible la situació sembla greu. És, per tant, molt urgent aconseguir una reducció important del consum de combustibles fòssils. Sigui quin sigui l'indicador utilitzat, els experts ens mostren un deteriorament de l'atmosfera concentrat en els darrers 50 anys amb una contundència extraordinària. L'era quaternària del nostre planeta sembla tenir dues parts que podrien denominar-se abans i després de l'ús massiu del combustible fòssil pels humans. Es pot discutir si el millor indicador del fenomen és la temperatura mitjana del planeta, la superfície del casquet polar àrtic, les ppm (parts per milió) de CO₂ a l'aire o d'altres, però els experts no dubten a assenyalar el que té de crític el problema. També diuen que a penes podem comptar amb el reciclat natural del carboni per via dels boscos i oceans.

Fins aquí, hem resumit l'essència d'un problema que en realitat és més complex i fins i tot més crític. D'una banda, hi ha altres productors de CO₂ i també altres productes pol·luents. D'altra banda, el deteriorament de la capacitat recicladora dels oceans ha estat provada. Els oceans estan cansats!

1.1.2. Rellevància del problema

Els experts diuen més, ja ho hem comentat, l'excés de CO₂ a l'atmosfera ens porta a l'escalfament del planeta i a una dinàmica meteorològica nova que anomenem *canvi climàtic*.

L'augment de la temperatura provocaria la fosa parcial del glaç àrtic i donaria lloc a un augment del nivell del mar amb els consegüents danys en ciutats i zones costaneres. També afectaria les glaceres, la gestió de l'aigua dolça i els cultius en general. Augmentaria la desertificació i podrien aparèixer malalties tropicals en regions avui insospitades.

L'ús de combustibles fòssils provoca, a més a més de gasos que agreugen l'efecte hivernacle, contaminació atmosfèrica (òxids de nitrogen, partícules i altres) i pluja

àcida. Hi ha serioses evidències que tot resulta en la difusió de malalties diverses, sobretot respiratòries. Hi ha molta feina i és molt urgent!

1.1.3. Atmosfera i energia

Una part molt important de l'energia que produïm avui és fruit de la combustió de combustibles fòssils. La utilització d'aquests combustibles, desconeguda fa 200 anys, no ha parat de créixer. No cal aportar evidències addicionals, tots sabem quins són els usos actuals. Fem servir fòssils, ja sigui carbó, petroli o gas, per a usos tèrmics domèstics com ara la calefacció, la cuina i el forn. També és el cas dels motors de gasolines tant per a avions i vaixells com per a vehicles de turisme. A més a més, el carbó, el petroli i el gas són també utilitzats en indústries diverses i a la producció d'electricitat. La combustió d'1 kg de gas natural produeix 2.75 kg de CO_2 i la d'1 kg de gasolina uns 3.2 kg de CO_2 . Hi ha carbons de molts tipus segons els continguts en carboni i en humitat. La combustió d'1 kg d'una antracita determinada pot produir 3.14 kg de CO_2 . Hi ha carbons bituminosos i lignits amb taxes de producció de CO_2 entre 1.6 kg i 2.9 kg de CO_2 per kg de carbó. Tornarem sobre aquestes xifres més endavant, relacionant quantitat d'energia produïda i CO_2 resultant. Si l'atmosfera és en una situació crítica, l'energia produïda per combustió de fòssils n'és el responsable principal. L'estat decisiu de l'atmosfera ens porta irremissiblement a actuar fermament en la reducció de la utilització d'aquests combustibles.

1.2. El segon problema conjuntural: el consumisme i l'estímul social

1.2.1. Perquè parlem ara del consumisme?

En general entenem per *consumisme* la compra i l'acumulació de béns i serveis que en principi no necessitem. El consumisme, estès a tota la societat, compromet seriosament els recursos de la humanitat, li marca el ritme de vida i pot esdevenir insostenible. Consumisme és aquest tarannà de consumir més i més empesos per la resultant dels diversos estímuls socials que rebem. Per què parlem ara del consumisme? Perquè hi ha una clara sospita que el consumisme és una de les causes més rellevants del problema energètic. Si el nostre consum energètic és, com sembla, desmesurat, això és degut entre altres coses al consumisme. Entendre el consumisme i les seves connexions ens ha d'ajudar a esbrinar les claus que permetin encarar el problema de l'energia. A vegades, jo crec que seguint raonaments no del tot segurs, pensem que la publicitat és la gran responsable del consumisme, i en alguna ocasió he sentit a dir, amb clara candidesa, que deixant de fer cas a la publicitat seríem al cap del carrer i aturariem el problema. No descarto que en algun moment s'hagi de reconduir, limitar o reformar la publicitat per tal de col·laborar en

la lluita contra el consumisme, però penso que la seva força pertorbadora és quelcom molt sòlid i amb un entrellat complex.

La complexitat en qüestió és la pròpia de l'estímul social. Quan parlo d'estímul social, tinc al cap un concepte ampli que m'agradaria matisar. La nostra societat ens estimula perquè vivim i produïm. Nosaltres mateixos també ens estimulem però som individus que estem dins d'una societat per al que és bo i per al que no és tan bo! Com ho fa la societat per a estimular-nos? Ho fa oferint objectes, mercaderies i camins de progrés. Moltes són les coses bones que ens ofereix la societat d'avui com ara productes i serveis molt variats i atractius, i com a conseqüència ens estimula a adquirir-los i a gaudir-los. La publicitat intervé en aquest punt. La societat també estableix com podem culminar i satisfer el desig generat. Ens marca el conegut camí a seguir: busca i troba una feina, guanya una renda i dedica els teus guanys a obtenir els productes i serveis que vols. Fins aquí tot sembla que és socialment correcte i ètic. Fins aquí també sembla que estiguem encetant una xerrada d'economia. No és el cas. Economia, sociologia i ètica van molt entrellaçades i de ben segur que qualsevol economista podria enriquir aquest darrer paràgraf amb aportacions d'expert, però el meu text es dirigeix des d'ara cap a consideracions socials, morals i de connexió amb altres aspectes de la nostra vida.

Deixeu-me assenyalar una cosa no tan bona que fa la societat en tot aquest procés: marcar o, de fet, accelerar el ritme de vida dels ciutadans. La societat d'avui està molt muntada sobre la competitivitat. La competitivitat és, en general, bona però el seu ús viciat li sol treure transparència, justícia i a la llarga fins i tot efectivitat. Té un punt de partida excel·lent: el millor producte es ven millor, el millor estudiant treu les millors notes, el millor atleta guanya la millor medalla... Connecta amb el fet que és humà jugar i intentar guanyar. Ens estimula d'aquesta manera i ens diu que si treballem per ser millors que els nostres competidors tindrem un premi. Fins aquí tot sembla positiu. L'estímul ens fa treballar i millorar, per tant, ens porta en la bona direcció i tard o d'hora el progrés es farà palès i probablement tots hi guanyarem. La competitivitat, malgrat tot, té llacunes.

Algunes d'aquestes llacunes són conegudes i tractables. Hi ha productes que són millors només aparentment i ben d'hora no compleixen o deixen de complir les expectatives anunciades. Hi ha estudiants que treuen bones notes trampejant exàmens. Hi ha atletes que guanyen curses després de dopar-se... Afortunadament, la combinació d'una certa autoregulació juntament amb uns reglaments a complir permeten evitar els fraus apuntats. S'han de respectar les regles del joc...

Tot i així, i això és més important: no n'hi ha prou amb les regles i els reglaments actuals! Molt sovint, massa sovint, ens trobem en situacions en què tot i complint reglaments no aconseguim equitat i justícia. En moltes d'aquestes ocasions, el ritme

de vida a què la societat ens força, resulta ser letal per als més dèbils. La competitivitat en aquestes circumstàncies relega a l'atur, a la fallida o a la misèria països i persones que podien viure aïrosos a un altre ritme. La competitivitat bloqueja si més no parcialment, la solidaritat, que cada dia és més necessària. Consumir per consumir sembla el més negatiu d'aquest entrellat. Però ben aviat veurem que aquest fet dona lloc al produir per produir, que potser és encara més negatiu. El consumisme és la part més visible del problema i per això ha esdevingut emblemàtic. Resoldre de veritat les incomoditats i els problemes del consumisme només s'aconseguirà resolent les causes que el fan possible, que són altament complexes. La publicitat és una de les causes, potser la més directa, però l'estímul social amb tot el seu entrellat és de ben segur la més transcendent.

1.2.2. Consumisme, estímul social i energia

El problema del consumisme i de l'estímul social té una especial incidència en la racionalització dels consums energètics tan domèstics com industrials i de transport. En moltes ocasions, quan intentem portar a la pràctica els mandats que ens fa la societat, ens trobem amb una paradoxa. Aquesta societat que ens diu que estalviem energia, ens està dient també que, com a productors, siguem més ràpids i més contundents que la competència a l'hora de finalitzar i servir el nostre producte, i com a consumidors, que comprem més del que realment necessitem. Addicionalment i incidint en un altre aspecte, ens demana, com a productors, que fabriquem utilitzant matèries primeres que permeten un acabat atractiu del producte encara que, en contrapartida, siguin matèries que es fan disponibles després d'un procés costós en termes d'energia. Recíprocament com a consumidors, exigim l'acabat atractiu, tot sabent que pot ser costós en termes d'energia i que probablement té una alternativa sòbria igualment eficaç. En aquestes condicions, som millors al mercat i al consum, però transgredim el mandat d'estalvi energètic. També, i ara incidint en el transport, a vegades tanquem una venda gràcies al fet que el producte és servit per mitjà d'un transport especial per a l'ocasió o de llarguissim recorregut, o ambdues coses, en comptes de deixar-lo en mans dels mètodes corrents de distribució o de fabricar-lo a la vora del punt de consum. És el conegut: t'ho compro a tu si m'ho portes ara i a casa. O el també conegut: a partir d'ara fabrico el producte en un racó llunyà del món on els costos són avantatjosos i el transport fins aquí on l'hem venut i fabricat sempre. L'acabat atractiu dels productes ens pot fer gastar energia; voler-los en un lloc i un temps precisos, també. Fabricar i vendre tal com demana el mercat ens fa gastar més energia.

A tot això hi podem afegir altres missatges que proposa la societat. D'una banda, ens diu que viatgem i que coneguem el món; d'altra banda, que tinguem un confort considerable, a casa i als llocs més freqüentats, encara que sigui energèticament costós. La societat ens està fent arribar un missatge contradictori: ens demana que estalviem energia, i que acceptem polítiques adients de medi ambient i residus,

però alhora ens diu “crea'm productes atractius, porta-me'ls a casa, viatja, viu amb un confort gran, compra més del que necessites... Això darrer ve implícitament acompanyat del: llença el que ja no vulguis!

Algú pot pensar que es tracta d'un problema menor. Quin és el seu abast? Pensem-hi, perquè està realment molt estès. Pensem en les darreres millores que hem conegut en la competitivitat d'un producte, conjuntures en què una d'aquestes millores ha estat definitiva i ha arrasat el mercat. Molt sovint hi trobem la incorporació d'un pas, en el procés de fabricació o transport, que consumeix més energia. Hi ha qui intenta treure-li importància. Sovint aquest intent s'articula al voltant de dos grans trets: o bé tot argumentant que el cost de les coses ho posa tot a lloc, o bé ignorant com l'energia s'ha incorporat en tots els nivells de la vida actual. També hi ha una tercera manera d'excusar-se i és de la qui treballa al límit permès pels preceptes de les polítiques vigents de medi ambient i residus. Sovint aquests intents utilitzen els tres arguments alhora. De fet, qui finalment treu importància al problema, acostuma a mostrar despreocupació cap a l'entrellat que estem estudiant.

Pel que fa a l'impacte del cost de les coses, podem aclarir el punt tot situant-nos a l'entorn de qualsevol negoci i raonant quotidianament. Entenc que, pel bé d'un negoci, les decisions que es prenen, tenen generalment i sobretot una avaluació de la seva viabilitat econòmica i que, per tant, si són viables econòmicament es poden adoptar sense més raons. L'afirmació és correcta en l'entorn del negoci? Avui, i al preu que té l'energia, probablement sí. Fins i tot podria arribar a tenir alguna altra connotació positiva en l'entorn més social de la creació d'activitat i d'ocupació, però en cap moment té present que la societat en què vivim vol estalviar energia i la vol estalviar sobretot pensant en el seu futur. Potser és que avui la societat només sap crear activitat, ocupació i progrés a expenses de gastar més energia. Potser avui, simplement no sabem crear activitat i massa sovint presentem com a guanys d'avui l'anticipació de béns de demà. Alguns creadors d'activitat són, potser a pesar seu, destructors de la convivència del futur. Estem parlant d'un argument delicat: sembla vàlid en un àmbit de raonament i contraproductiu en un marc més global. Hauríem de ser conscients que, en algunes situacions en què avui assolim fites socialment interessants com les ciutats, ho fem paradoxalment retrocedint en el que és l'estratègia de sobrietat o d'estalvi energètics que desitgem per tal d'assegurar el nostre futur. L'estalvi i la racionalització del consum energètics són peces clau en l'estètica de l'esdevenidor de la humanitat i, per tant, en l'ètica més natural d'avui. Aquest punt és greu, tal vegada gravíssim, ja que podria fins i tot bloquejar una sortida completa de la crisi social que estem vivint.

El segon dels trets apuntats, és el que resulta d'ignorar la incorporació de l'energia a tots els nivells de la vida actual. És un fet realment incòmode. Un exemple, avui intranscendent, ens ajudarà a comunicar el problema. El mineral d'on prové l'al-

mini és un bé relativament abundant a la naturalesa, mai no he sentit a dir que les seves reserves estiguessin a punt d'esgotar-se. L'alumini, com a material d'ús, té una altra particularitat: necessita la incorporació d'una gran quantitat d'energia en el procés que ens el deixa a punt d'utilització. Com a material, té uns grans avantatges, molts relacionats amb les seves bones prestacions mecàniques coexistents amb una massa moderada. Són molts els productes que fan servir l'alumini: els avions, les fusteries per a finestres i portes o les llaunes de refrescos. En el passat, amb l'alumini barat i la consciència social de reciclar gairebé nul·la, el seu ús es guiava només pel preu. Avui, si més no, hem après que és molt important reciclar l'alumini i evitar duplicar o triplicar la gran despesa energètica associada a la fabricació. Si mai el mineral d'origen esdevé escàs, potser s'haurà de reservar l'alumini per a aquells productes que realment el necessitin. A la vida quotidiana hi ha altres exemples semblants.

Finalment, qui treballa al límit permès pels preceptes dels reglaments vigents de medi ambient i residus mereix un comentari específic. Legalment, té tot el dret de fer-ho, però la seva actitud no ajuda gens a frenar els efectes del consumisme. Som davant d'uns preceptes que han d'ajudar-nos a complir els grans propòsits de la sostenibilitat i de l'anticonsumisme. Si els preceptes no són radicals, és perquè han estat escrits per tal que avui signifiquin un pas endavant ben clar en la sostenibilitat i demà puguin ser reescrits de forma més estricta i ambiciosa. Estem novament en un cas en què esperem que, en un futur, la societat acabi acomodant-se a una manera de fer compatibles les seves actuacions amb la reducció del consumisme.

Arribats a aquest punt, s'hauria de prendre una decisió pel que fa a l'esforç que és raonable dedicar a la lluita contra el consumisme i, per tant, al problema del missatge contradictori exposat. Aquestes decisions ens porten a la necessitat d'uns acords de sobrietat que comentarem més endavant. A tots ens agrada convèncer d'allò que estem convençuts! Malgrat tot i en el context social actual, sembla difícil pensar que podem convèncer de la necessitat d'aquests acords. A vegades creiem que ho aconseguirem raonant molt bé el problema! Si expliquem que no tenim dret a malbaratar coses que necessitaran els nostres nets, som al cap del carrer. Però, que difícil que pot arribar a ser! D'una banda, tots sabem que qui no vol aprendre, mai no aprèn; però de l'altra, el problema està fortament lligat a pràctiques absolutament acceptades com a bones en el tarannà social actual, com ara el competir per vendre millor! Som davant, doncs, d'una qüestió que no és trivial, la trobem en el nostre dia a dia i, el que és més greu: la nostra cultura no la reconeix com a problema. Confio que la confirmació d'aquesta afirmació es farà palesa en la continuació d'aquest escrit. A causa d'això, és correcte dir que el consumisme o el consumisme-productivisme han consolidat un estímul social que desestabilitza actualment el consum energètic. En un passat recent, creixement econòmic, creixement demogràfic i augment del consum energètic van venir alhora i molts van identificar el fet com a progrés. Avui les coses són diferents: podem assenyalar com a estímul social consolidat un tarannà

productivista que accelera el ritme de vida de la ciutadania. No sembla, doncs, que estiguem produint la nostra vida, sinó que estiguem produint per produir. Sembla, per tant, inexcusable intentar acords de sobrietat.

1.3. El tercer problema conjuntural: el Sud Global

1.3.1. El problema

Anomenem *Sud Global* el conjunt de països menys desenvolupats socialment i econòmicament. El problema del Sud Global, ja ho he dit, no és gens nou. És correcte dir que no estem com fa 100 anys. Hi ha molta gent que s'hi ha entregat i són ells els que ens fan arribar la imatge més fiable de la seva realitat. Encara queda molta feina.

L'endarreriment del Sud Global arrenca sobretot a l'edat moderna i s'agreuja en els períodes colonials i postcolonials. Els estudiosos ho solen afirmar fins i tot després d'analitzar amb detall temes tan diversos com les condicions de vida dels primers temps de la humanitat, la lluita dels nostres antecessors contra el fred, la calor, els desastres naturals, la concurrència amb altres espècies o la facilitat i la dificultat en la implantació de l'agricultura... Consideracions d'expert demostren fets que avui semblen paradoxals com ara l'existència d'avanços notables en regions del món que més tard van quedar absolutament deprimides. Durant l'edat moderna, té lloc una expansió notable de la comunitat del vell continent, i es posa en marxa una re-configuració del món que, un cop més, es farà de forma cruenta i òbviament controvertida. Aquest procés, com habitualment ha succeït a la història, té lloc a mida del més fort, per bé que la casuística és diversa. Les terres «descobertes» primer seran dominades, després seran colònies i més tard territoris anomenats «independents», i consolidaran així les desigualtats del món actual.

Com a terres dominades, les comunitats locals patiran atropellaments de tot tipus, des de l'espoli dels seus béns naturals fins, en algunes àrees, l'extermini de la població. Per bé que la societat del vell continent podia haver lluitat i utilitzat el seu millor desenvolupament tècnic i cultural, la superioritat mostrada amb més contundència va ser gairebé sempre la militar. Més tard, els països implicats foren considerats colònies, l'espoli va continuar i el desenvolupament va ser a iniciativa de la metròpoli i molt tímid. Posteriorment i coincidint amb algun aire de llibertat a la metròpoli, aquests països esdevingueren independents. Estem parlant d'una independència costosíssima per als interessats ja que en molts casos la metròpoli o les seves empreses varen seguir sent propietàries dels grans negocis centrats al país. Alguns ho han anomenat *emancipació del Sud Global*, molts creiem que erròniament. Hem de conservar la paraula *emancipació* per a aquelles situacions en què l'interessat assoleix una clara posició d'alliberament real.

El resultat és l'endarreriment actual. Al Sud Global encara hi ha mil milions de persones humanes sense aigua corrent! No disposen ni d'una infraestructura que mínimament permeti una existència salubre per als seus habitants ni amb un entramat social que faci possible una vida digna.

Bé és veritat que, dins del que anomenem Sud Global, hi ha una diversitat important. No és el mateix l'Amazònia, la Sabana, el desert, o algunes regions de la Xina o de l'Índia. Alguns d'aquests països viuen en una situació ancestral en molts aspectes i d'altres avui tenen una modernitat a cops incipient i a cops més prometedora. En qualsevol cas, molts dels indicadors del seu progrés humà són alarmants. La mortalitat infantil és gran i sembla com si la natalitat fos utilitzada més com a element de supervivència de la col·lectivitat que com a resultat d'un progrés. El creixement demogràfic té lloc en pèssimes condicions i retroalimenta el problema negativament. Molts tenen una economia essencialment agrària sense un projecte de modernitat i, per tant, amb una resignació general a la dependència econòmica per la via de la venda de matèries primeres sense elaborar. Al Sud Global s'hi viu amb serveis d'assistència social escassos, amb un índex de pobresa gran, amb analfabetisme i amb condicions de salut minvades.

L'endarreriment actual està en portada i aflora cada vegada que es produeix una notícia sobre refugiats. Vinguin de zones en conflicte o de zones deprimides o, el que és pitjor, d'àrees que pateixen totes dues circumstàncies, la situació és humanament insostenible. La humanitat, al parer de molts, hauria de resoldre el problema des de la rel i això vol dir fer que una vida digna sigui possible en aquelles regions del món.

1.3.2. Estímul, mentalitat col·lectiva i emancipació

L'estímul social dominant avui al Sud Global, a vegades l'únic estímul present, és encara la supervivència! Un punt important en aquesta situació, és que, en consonància amb aquestes condicions de vida, les mentalitats globals existents al Sud Global no faciliten el progrés. Els col·lectius consolidats al voltant de l'estímul de supervivència tenen dificultats serioses a l'hora de fer-se una imatge del que volen. A més a més, el pensament europeu a penes ajuda a crear aquesta imatge, atès que té la tendència a pensar itineraris amb pràctiques socials i tecnològiques acceptades a Europa sense garanties de ser útils i assequibles arreu.

Malgrat comptar amb estudiosos de les mentalitats del Sud Global capaços d'establir pautes de relació amb més garanties d'èxit, els països desenvolupats tenen un esquema dubtós d'ajuda. Massa sovint el consideren simplement un mercat sense tenir present la necessitat crucial que el Sud Global guanyi la capacitat d'encetar una trajectòria pròpia. Per bé que la irrupció d'empreses del món desenvolupat en mercats del Sud Global té aspectes positius i de progrés,

també ens en mostra d'estrepitosament negatius com ara: l'apropiació indeguda de béns que configuren la riquesa natural del país afectat, el bloqueig del seu progrés social i democràtic o la potenciació de les diferències de classe social existents arran d'altres motius. Sovint s'acaba acceptant que empreses del món desenvolupat s'instal·lin al país, amb plans de treball que haurien de ser socialment avantatjosos i que finalment resulten ser el negoci d'unes minories siguin del país que siguin. L'estructura de classes i el repartiment de poder fa difícil o gairebé impossible la denúncia del fet.

Bé és veritat que, en molts països del Sud Global, hi ha amplis moviments de dissidència i activisme polítics. Hi ha molta gent que s'ha mogut i manifestat en contra d'aquells règims instaurats que ignoren els interessos de la població en favor dels d'una elit corrupta. També és veritat, però, que els resultats d'aquestes lloables inquietuds cíviques no són, ara per ara, prou contundents per a canviar sensiblement la mentalitat col·lectiva i alliberar la societat de la seva precarietat política. Avui la població dels països del Sud Global a penes participa en les decisions internacionals que més afecten la seva pròpia vida i el seu progrés.

L'emancipació és encara la fita a assolir. Tard o d'hora el Sud Global ha d'aconseguir sortir de la situació actual i encetar una vida pròpia coherent amb les seves capacitats, els seus anhels i les seves decisions. Quan parlem d'ajudar el Sud Global, hem de tenir present que aquest és l'objectiu que perseguim.

1.3.3. Sud Global i energia

A causa d'inquietuds originades quan intentem avançar en temes de transició energètica, estem parlant del Sud Global. El problema del Sud Global és greu i complex i posa en joc multitud de ramificacions que van des de la subsistència dels seus ciutadans o la creació d'infraestructures, fins a la cohesió política i social o les mentalitats col·lectives. Per tal de donar resposta a les citades inquietuds, convé no oblidar, si més no, alguns dels lligams entre Sud Global i energia. Breument parlarem de la creació de salubritat bàsica, de la història recent de projectes energètics al Sud Global, de la justícia distributiva i finalment de l'emancipació.

Recordem que la salubritat de la vida d'una col·lectivitat endarrerida s'assoleix construint i gestionant infraestructures diverses. Si parlem d'àrees demogràficament denses, aquestes infraestructures seran sobretot les d'abastament d'aigua potable (potabilització i canalització) i les de tractament d'aigües residuals (drinatge i depuració). Si parlem d'altres àrees, esdevindran més urgents les infraestructures de comunicació i distribució de productes. Moltes d'aquestes iniciatives exigeixen despesa energètica i, per tant, planificació i progrés de les polítiques d'energia.

En la història recent dels projectes relacionats amb l'energia i ubicats al Sud Global hi trobem un nombre important de casos controvertits. Per bé que molts d'aquests projectes problemàtics ho són de mineria, i d'extracció de combustible fòssil, també n'hi trobem de l'àmbit hidroelèctric i d'implantacions d'energia renovable. Les grans agressions a què em refereixo han estat en països on els habitants de les zones afectades han tingut poques possibilitats de defensar-se i de defensar el seu entorn natural. Han estat agressions contra el medi, el paisatge, i les persones. A cops aquestes explotacions han estat, no solament desmesurades, sinó també han comportat: destrucció del país, desastres ecològics, espolis a l'indígena, explotació en condicions inhumanes de treball... Som davant d'un fet denunciat tant per la dissidència política local abans citada, com per col·lectius científics i de cooperació compromesos amb el progrés integral del Sud Global. La irrupció d'aquestes denúncies va aconseguint alguns avenços, però encara hi ha molta feina pendent. Qualsevol acció de futur de l'àmbit energètic al Sud Global haurà de prendre en consideració aquest punt de partida.

Hi ha moments a la vida actual del planeta en què se'ns demana un esforç per reparar els danys produïts per les agressions a l'atmosfera i a l'ambient en general. La justícia distributiva més elemental un cop més ens demana que aquests esforços es facin des dels països que han tret algun profit de les accions que han deteriorat el medi. Ningú hauria de limitar l'accés del Sud Global a l'energia, i molt menys en nom de la humanitat o de l'ecologia. Cap de les iniciatives ecològiques n'hauria de bloquejar ni directament ni indirecta el desenvolupament.

L'ètica més elemental ens porta a afirmar que el Sud Global ha de poder exercir el seu dret a decidir quin tipus de vida vol per als seus habitants, ha de poder triar un ritme de desenvolupament i activitat, tot trobant el seu òptim demogràfic. Els ciutadans del Sud Global han de poder créixer tecnològicament i, per tant, tenen dret a gastar o invertir en energia. Sigui quin sigui el creixement que triïn, i encara que triessin quelcom molt diferent del que tenim a Occident. Segons el ritme que triïn, probablement voldran una indústria amb capacitat de fer front al problema amb garanties. Les infraestructures més elementals necessitaran, de ben segur, la fabricació de molts béns d'equip per a progressar humanament. L'emancipació exigeix també energia, tant la necessària per assolir els seus objectius, com la que garanteix la seva independència real.

El Sud Global necessita energia en una conjuntura en què el planeta ens demana estalvi i moderació. Això sol ja evidència unes dificultats. A més a més, té moltes precarietats i està necessitat de resoldre-les amb urgència. La irrupció del Sud Global a la problemàtica energètica té, doncs, una rellevància notòria.

Context del problema energètic

Aquest capítol inclou qüestions escollides relatives als elements tecnològics i comentaris sobre les problemàtiques d'implantació. No és un curs ni sobre energia ni sobre sector o convertidors energètics. L'he escrit pensant que pot ser útil tenir a mà una descripció planera o un comentari intuïtiu sobre l'essència d'aquests conceptes emfatitzant aquells aspectes que connecten amb els problemes que tenim avui. Consta d'una secció titulada «Aspectes generals», en què introdueixo, entre d'altres, conceptes com *energia*, *potència* o *rendiment*. Seguidament, a la secció «Els convertidors energètics» descriu breument i mostro algun paràmetre clau de convertidors com ara els fòssils i els renovables. A continuació, la secció «Les centrals nuclears» permet connectar amb els conceptes presentats prèviament i abordar de forma simple els aspectes que més sovint afloren en relació amb aquest tipus de central. Finalment, la secció anomenada «L'ús de l'energia. Sistemes i conceptes» s'ocupa de temes de síntesi com ara la xarxa elèctrica, recursos distribuïts, i eficiència i pobresa energètiques.

2.1. Aspectes generals

2.1.1. L'energia és una cosa molt quotidiana

Energia és capacitat de realitzar treball. El món mecànic és el més clar d'entendre. Recordeu joguines antigues com ara ninots i cotxes? En dèiem «de corda». Disposaven d'una peça metàl·lica enrotllada o molla que emmagatzemava una distorsió. Quan alliberàvem la molla, aquella energia de distorsió es convertia en un treball mecànic i la joguina caminava o rodava. Potser els més petits hi veien alguna màgia o mostraven alguna llunyania, però nens i nenes ben d'hora veien la lògica del fet. Entenien, a la seva manera i de ben segur amb altres paraules, que el sistema tenia una energia i que es transformava en moviment o treball. Més tard vingué la joguina de piles i vàrem perdre aquella immediatesa de l'explicació. Aleshores, nens i nenes es van veure obligats a fer confiança a algú que els deia que dins la pila hi ha energia química, que es transforma en energia elèctrica, que posa en marxa un motor i que aquest motor actua les comes del ninot o les rodes de cotxe. El nen perdia el

fil de l'exposició quan se li parlava de coses que no veia, però acabava fent confiança a la persona que li «aclaria» el tema i entenien, si més no, que quan les piles es gasten (o quan ja han transformat tota l'energia que emmagatzemaven), s'havien de canviar o recarregar. El benefici de la immediatesa perduda es recuperava per la via de la confiança en un intermediari més madur que podia parlar d'aquest nou «magatzem» d'energia anomenat pila. Crec que és bo entendre que, igual que la molla de la joguina emmagatzema energia gràcies a una distorsió observable, altres sistemes ho fan mitjançant «distorsions» menys aparents.

Al fil del que diem, podem parlar de les molècules d'un combustible clàssic com ara un hidrocarbur. Aquest exemple necessita de la confiança en l'anomenat intermediari des del seu inici. Per què les molècules d'un combustible emmagatzemen energia? Recordem que som al món de la química i que les dimensions d'aquestes molècules poden ser de l'ordre d'un milió de vegades més petites del que resulta observable per l'ull humà. Fent confiança als químics, podríem veure que aquestes molècules tenen uns enllaços, que de fet són generalment parelles d'electrons compartits pels àtoms enllaçats i aquests enllaços emmagatzemen una quantitat d'energia. La «distorsió» és en els enllaços. Quan es manifesta aquesta energia anomenada *d'enllaç*? Quan cremem el combustible apareix una quantitat d'energia en forma de calor. La calor també és una forma d'energia. Les molècules d'una porció de matèria calenta estan en moviment, en el cas de sòlids i líquids al voltant d'una posició d'equilibri i en el cas dels gasos de forma caòtica i desendregada. Som més lluny que en l'exemple anterior, però no tant! Què veiem macroscòpicament? Veiem la combustió, sentim l'escalfor i tenim evidència que quan el combustible s'acaba no hi ha més transformació. Què no veiem? No veiem les molècules, els enllaços, la seva distorsió semblant a la de la molla de la joguina antiga, el trencament dels enllaços... En el que no veiem, hem fet confiança a la comunitat dels químics. Gràcies a aquesta confiança, hem entès el que per nosaltres pot ser l'essència de la combustió. A partir d'aquí, recordem que som lluny però no tant, i que ens ha de costar poc entendre com seria una central tèrmica que cremés hidrocarburs d'una manera semblant a la que cremem gas a la caldera de casa.

Fixem-nos en un altre exemple. Recordem que en el primer ens movíem al nostre nivell, vèiem la distorsió de la molla i el procés de la transformació en treball mecànic de l'energia emmagatzemada. En el segon, viatjàvem a dimensions un milió de vegades més petites i, a causa d'això, perdiem una mica d'immediatesa però encara notàvem l'escalfor de la combustió i això ens donava alguna evidència. Ara proposo que intentem viatjar a dimensions un milió de milions de vegades més petites. Què hi trobem? Si en el segon exemple érem al món dels àtoms i enllaços (món de la química), en aquest tercer som al món dels nuclis i les partícules (món de la física nuclear). En aquest món hi trobem, entre altres, el nucli d'urani, un combustible nuclear que té una estructura, que emmagatzema energia (o «distorsió») i que si el

trenquem (el «cremem» o el fissionem) també ens dona gran quantitat d'energia. Per trencar aquest nucli d'urani necessitem que una partícula encara més petita anomenada neutró incideixi en el nucli d'urani i provoqui el que coneixem com a *reacció de fissió*. A dimensions un milió de milions de vegades més petites, la llunyania és més gran i la intuïció dels fenòmens és menys fàcil. La reacció té lloc en un entorn que ja no es dirà caldera sinó *reactor*.

L'estructura de la matèria és un tema interessant per molts, i fins i tot fascinant per uns quants. Estudiar-la ha estat una tasca que ha permès a la humanitat adaptar-se intel·ligentment a la naturalesa i treure un profit raonable d'aquest coneixement.

2.1.2. Tipus d'energia. Transformació de l'energia. Rendiment

Hi ha diferents tipus d'energia, en l'apartat anterior hem parlat, si més no, d'energia mecànica, química, elèctrica, calorífica i nuclear. L'energia mecànica és gairebé l'única de la qual tenim un coneixement intuïtiu directe. De l'energia calorífica, la intuïció també ens en diu quelcom, però no tant. De les altres energies, en tenim un coneixement basat en experiments científics i una imatge en forma de símil macroscòpic que aconseguix orientar una mica la nostra imaginació.

L'energia no es crea ni es destrueix, tan sols es transforma. Aquest és un dels grans principis de la física que val la pena comentar i reforçar intuïtivament en la mesura del possible. Si mai tenim les mans fredes un dia d'hivern, sabem que fregant-les una contra l'altra obtenim escalfor. Hem transformat l'energia mecànica del moviment de les nostres mans en energia calorífica que ens les ha escalfat. Recordem que les molècules d'una porció de matèria calenta, en aquest cas les de les cèl·lules de la pell de les nostres mans, estan en moviment, al voltant d'una posició d'equilibri, i això es capta més macroscòpicament com a escalfor. En aquest cas hem transformat una energia més noble com ara la mecànica, en una energia degradada com ara la calor.

Si volem transformar una energia elèctrica en mecànica, existeix un convertidor energètic que es diu *motor elèctric*. Si volem transformar una energia mecànica en elèctrica, existeix un altre tipus de convertidor energètic que es diu *generador* o *alternador*. Aviat combinarem aquests dos conceptes amb d'altres.

Diguem primer que l'electricitat és un tipus d'energia enormement interessant. És una energia fonamentada en la utilització de les forces electrostàtiques existents entre càrregues elèctriques i amb un protagonisme especial per part d'unes partícules molt petites: els electrons. Algun experiment macroscòpic pot permetre l'observació d'aquestes forces que són atractives per a càrregues de signe contrari i repulsives per a càrregues del mateix signe. Abans hem parlat d'un entorn i d'una escala en què l'energia elèctrica

es manifesta de forma entenedora. N'hem dit *món dels enllaços químics*, és el mateix món que estudiem ara, un món on les coses tenen unes dimensions de l'ordre d'un milió de vegades més petita que el que podem observar directament. Si abans parlàvem d'enllaços químics i dèiem que emmagatzemaven una certa «distorsió», ara parlem d'electrons «alliberats» de l'equilibri de forces dels seus àtoms. Aquests electrons ara circulen per allà on les lleis de la física electrostàtica ho estableixen. Els cables elèctrics constitueixen els camins per on circularan els electrons. Són normalment metàl·lics, perquè en general els metalls permeten la circulació dels electrons. Quan fem circular electrons per un filament metàl·lic molt prim, com ara el filament d'una bombeta, el posa incandescent i la bombeta emet llum: hem transformat energia elèctrica en energia lumínica. Elaborant una mica més el tema, podem combinar un alternador que produeixi energia elèctrica, uns cables que la transportin i un motor que la transformi en energia mecànica al punt de destinació. Aquest podria ser un esquema molt simplificat del nostre sistema elèctric. Alternadors i motors són màquines que comencen a ser conegudes pel profà que les entén en l'àmbit de resultats. El profà les entén com el que a cops en diem una «caixa negra». Si donem moviment mecànic a l'alternador, ens el transforma en energia elèctrica i si li donem electricitat a un motor, ens la transforma en moviment mecànic. En realitat, tant l'un com l'altre tenen una complexitat tècnica que involucra el camp de l'electromagnetisme. El saber popular, però, a còpia d'anys de veure motors i alternadors es troba relativament còmode amb les seves prestacions. Entén que hi màquines grans i petites i que adequar la màquina a la realitat del seu ús és un punt a no oblidar. Aviat parlarem de potència.

Qui belluga normalment l'alternador? L'alternador és bellugat per una turbina. El funcionament d'una turbina novament, com sol passar en el món de la mecànica, és molt entenedor. La turbina és una màquina rotativa empesa per aigua, o per vent, o per vapor o per gas amb la capacitat de transformar l'energia mecànica d'un fluid en moviment en energia mecànica també però desenvolupada a l'eix comú amb el de l'alternador.

Si la turbina és empesa per aigua que ve d'un embassament i la deixem caure per una canonada, tenim una central hidroelèctrica. Si la turbina és empesa pel vent, rep el nom de molí de vent o aerogenerador i tenim una central eòlica. En tots dos casos tant en la turbina hidràulica com en l'aerogenerador observem la transformació de l'energia mecànica d'un fluid (aigua o aire) en energia mecànica d'uns àleps i d'un element rotatiu (o eix). Això ens permet mantenir-nos en el camp de la comprensió més intuïtiva.

Les turbines de gas i les de vapor són una mica més complexes i també menys intuïtives però mantenen una semblança amb el que hem dit. Tant el gas com el vapor s'expansionen en passar per la turbina i aquesta expansió és la que belluga els seus àleps i en conseqüència el seu eix. A les turbines de gas, s'expansionen uns gasos de combustió o fums produïts en una cambra de combustió on hem cremat

un combustible. Quan més calents estan aquests fums, el moviment caòtic de les seves molècules és més intens, la seva expansió és més eficient i obtenim una millor transformació d'energia calorífica en energia mecànica. A les turbines de vapor, el funcionament és semblant i el fluid que s'expansiona és vapor d'aigua produït en una caldera. El fet que sigui l'expansió amb el seu conseqüent refredament el que causa el moviment ens porta a dir que estem, en tots dos casos, davant d'una transformació termomecànica.

Aquestes transformacions termomecàniques volen un comentari. Estem transformant una energia «desendreçada» en una energia «endreçada». La primera és l'energia calorífica de les molècules d'un gas en moviment caòtic i la segona és la del moviment rotatori de l'eix d'una turbina. L'experimentació i la ciència física ens mostren quelcom que també podem intuir d'alguna manera. És impossible que la totalitat de l'energia d'un moviment desendreçat de molècules microscòpiques es transformi al 100% en moviment endreçat de l'eix en qüestió. Si tant desendreçat és el moviment original, ben segur que una part important d'aquesta energia acabarà escalfant els materials, la màquina i l'ambient. Això es tradueix en el fet que les transformacions termomecàniques resulten poc eficients. Això és, tenen un rendiment bastant baix. Anomenem *rendiment d'un convertidor energètic* la quantitat d'energia transformada per unitat d'energia d'alimentació. El rendiment de les transformacions termomecàniques en general és de l'ordre d'entre el 30% i el 45%. No sé com d'eficaç ha estat el procés d'intuïció que he demanat al lector! Costa crear ordre a partir del desordre!

També volen un comentari altres transformacions com ara l'electrotèrmica que podem implementar de forma directa o indirecta. A la transformació directa domèsticament n'hi diem estufa. En aquest cas, el corrent elèctric circula per un conductor elèctric i microscòpicament s'originen uns xocs entre electrons i material del conductor que resulten en un nou moviment desendreçat o calor. Hem transformat energia elèctrica en energia calorífica. La transformació indirecta és més sofisticada i rep el nom de *bomba de calor*. És una màquina tèrmica tradicionalment utilitzada en el camp de la refrigeració i de l'aire condicionat que, amb els ajustos pertinents, és utilitzada també com a calefactor o per a la producció d'aigua calenta. Es basa en un circuit tancat d'un refrigerant de baix punt d'ebullició que serà expansionat i comprimit alternativament. Després de l'expansió, la seva baixíssima temperatura li permetrà extreure calor del focus fred i després de la compressió i amb una temperatura més alta podrà servir la calor al focus calent. El rendiment de la màquina és avantatjós tant en l'opció de refredar com en la d'escalfar.

Hem vist, doncs, que l'energia té formes diverses i que tenim maneres de convertir energia d'un tipus a un altre. Cada transformació té un rendiment i és molt important tenir-lo en consideració. Alguns d'aquests rendiments són alts, d'altres són baixos i d'altres són nefastos! Sumar i restar energies vol molta cautela! Sovint rao-

nem alhora amb energies tèrmiques, mecàniques o elèctriques i per exemple parlem de cobrir uns usos tradicionalment tèrmics mitjançant electricitat o cobrir unes necessitats mecàniques amb motors tèrmics. Algun cop té un cert sentit parlar d'energia total. Sovint, però, és més correcte pensar en cada transformació real i en les alternatives que ens permeten produir un mateix servei.

2.1.3. Potència i energia. Factor de càrrega. Unitats

Ja hem vist què és l'energia! Parlem ara de la potència, que es defineix com a energia per unitat de temps. És una bona definició, és rigorosa fins i tot! Però hem de dir més, hem de ser més clars. Recordem que se sol reconèixer que entendre la diferència entre energia i potència és indispensable per abordar el problema energètic. Passem a un exemple fàcilment imaginable.

Pensem que se'ns demana l'extracció de 1000 litres d'aigua d'un pou de 10 metres de profunditat. Disposem de corrioles i cordes fortes que sobradament aguantarien més de 100 kg de càrrega. Disposem també d'una tina de 100 litres i d'una galleda de 5 litres. Per estirar la tina disposem d'un cavall i per estirar la galleda hi tenim una persona. Cada viatge, sigui de tina o de galleda dura 1 minut. Quanta energia necessito en cada una de les dues opcions per fer el que em demanen? Quina potència necessitem en un cas i en l'altre?

Com ho veus, lector? La resposta és fàcil! L'essència de la resposta és la següent: l'energia que necessito en les dues opcions és la mateixa, he de fer el mateix treball, per bé que en un cas ho faig lentament i en l'altre ho faig de pressa. La potència que desenvolupa el cavall és 20 vegades més gran que la de la persona! L'opció tina resol el problema més de pressa, per dur a la pràctica l'opció galleda no necessito cavall.

En una versió pas a pas diríem que a l'opció galleda:

Cada viatge necessita una energia de $10 \text{ m} \times 5 \text{ kp} = 50 \text{ kpm}$
Que el nombre de viatges = $1000 \text{ litres} / (5 \text{ litres/viatge}) = 200 \text{ viatges}$
I l'energia total = $50 \text{ kpm/viatge} \times 200 \text{ viatges} = 10000 \text{ kpm}$
I la potència de la persona = $10000 \text{ kpm} / 200 \text{ minuts} = 50 \text{ kpm/minut}$

Per a l'opció tina:

Cada viatge necessita una energia de $10 \text{ m} \times 100 \text{ kp} = 1000 \text{ kpm}$
Que el nombre de viatges = $1000 \text{ litres} / (100 \text{ litres/viatge}) = 10 \text{ viatges}$
I l'energia total = $1000 \text{ kpm/viatge} \times 10 \text{ viatges} = 10000 \text{ kpm}$
I la potència del cavall = $10000 \text{ kpm} / 10 \text{ minuts} = 1000 \text{ kpm/minut}$
Per tant, la potència del cavall és $1000 / 50 = 20$ vegades més gran que la de la persona.

Què us semblen les dues explicacions?

La primera de les explicacions intenta comunicar l'essència del problema mentre que la segona respon rigorosament a la pregunta. A alguns lectors els agradarà l'una i a d'altres, l'altra. Qui es mou còmodament en el problema ha d'estar preparat per utilitzar l'una o l'altra en funció de l'interlocutor que tingui.

Si en comptes de resoldre el problema amb tines o galledes ho faig amb bombes hidràuliques impulsades pels seus motors, les dues opcions necessitaran una energia igual o semblant i, en canvi, l'opció ràpida necessitarà una potència de l'ordre de 20 vegades més gran que l'opció lenta. El dimensionat de la instal·lació elèctrica per alimentar cada opció és naturalment en funció de la potència. En aquestes condicions, si algú et diu «necessito 10000 kpm per bombejar aigua» gairebé no t'ha dit res. Val la pena que et digui «necessito 1000 kpm/minut» i dimensionem la instal·lació conseqüentment.

Quan un procés industrial inclou en un moment donat una tasca intensa com ara bellugar una grua o escalfar un material en un temps curt, necessita potència per dur a terme el seu propòsit. Aquestes tasques intenses contrasten amb la realització d'altres necessitats també d'energia però que el procés permet executar-les amb més temps. El dimensionat de la infraestructura elèctrica de la indústria en qüestió haurà de calcular-se d'acord amb el seu funcionament intens. Quan el servei prestat o el procés industrial considerat marquen l'instant o la intensitat del consum necessari, som davant d'un problema de potència. Els exemples anteriors haurien d'explicar i ajudar a entendre expressions freqüents tals com: «Aquest és un problema d'energia» o «Aquest és un problema de potència».

Hi ha un altre concepte, el *factor de càrrega*, que és bastant simple d'utilitzar i és de gran ajuda a l'hora de classificar sistemes que transformen energia o a l'hora de fer càlculs orientatius. En aquest cas el paràmetre ja no ens parla del rendiment físic de la transformació, sinó de la capacitat o disponibilitat que té el convertidor o la central per a produir energia en un període donat. Es defineix com la relació entre l'energia real produïda en un període donat i la que produiria si durant tot el període treballés a potència màxima. Se'n podria dir *factor d'energia produïda* però se'n diu *de càrrega* perquè és un terme heretat del vocabulari típicament elèctric. És un concepte pròxim al *factor de disponibilitat* definit com a relació de temps. És important notar que el concepte es refereix sempre a un període determinat.

Abans he utilitzat unitats de longitud, de força, treball o energia, de temps i, fins i tot, de potència. Sempre podem triar quines unitats fem servir per tal d'entendre'ns millor. De manera semblant que quotidianament utilitzem el centímetre, el metre o el quilòmetre segons el nostre discurs, en aquest cas he emprat el kpm (energia), el

minut (temps) i el kpm/minut (potència). En aquesta ocasió és intuïtiu que un kpm és l'energia que necessito per aplicar una força d'1 kilo (kp) al llarg d'1 metre (m), i a partir d'aquí la resta del problema participa d'aquesta proximitat quotidiana.

Hi ha un sistema internacional d'unitats i hi ha propòsits bastant fermes d'utilitzar-lo amb preferència. En aquest sistema es parla de metres (m), newtons (N), joules (J) i watts (W) entre d'altres. L'ensenyament en general i la universitat en particular en solen defensar coherentment l'ús. Molt treballs científics es fan afortunadament utilitzant aquest sistema internacional.

Hi ha situacions en què, per raons pràctiques, utilitzem altres unitats. Un exemple és el cas energètic, en què el kilowatt (kW) i el kilowatt-hora (kWh) tenen la seva justificació.

El kilowatt (1000 watts) és una unitat de potència adequada per parlar de consums domèstics: una estufa elèctrica pot tenir una potència d'1 kW, un assecador de cabell de 2 o 3 kW i les antigues bombetes d'incandescència entre 25 W (0.025 kW) i 100 W (0.100 kW). De manera semblant, les instal·lacions elèctriques domèstiques han estat dissenyades per a una potència màxima que pot estar entre 3 kW i 6 kW. El kilowatt-hora podria definir-se com l'energia transformada per un convertidor energètic d'1 kW treballant 1 hora. Per bé que el kilowatt-hora no és una unitat del sistema internacional, té una gran utilitat pràctica. Que fàcil i que intuïtiu és multiplicar la potència del convertidor pel temps de funcionament i obtenir l'energia. Domèsticament, tenir una estufa d'1 kW encesa 24 hores consumeix 24 kWh. Si cada kWh em costa 0.12 €, $(0.12 \text{ €/kWh}) \times (24 \text{ kWh}) = 2.88 \text{ €}$ tal com apareix a la factura d'electricitat.

En una factura d'electricitat domèstica hi ha més coses. En parlarem d'una que s'anomena *terme de potència*. Tota instal·lació està dissenyada seguint uns criteris que la fan apta per a un rang d'utilització. Una instal·lació domèstica té definida la seva potència màxima i en funció d'aquesta també s'han definit, dissenyat i construït tots els elements que fan possible el subministrament d'electricitat fins a la instal·lació. Entre aquests elements, hi haurà els conductors elèctrics de baixa tensió, les estacions transformadores, les línies elèctriques de mitja i alta tensió i fins i tot les centrals productores. El terme de potència és funció de la potència màxima del subministrament domèstic i retribueix l'ús dels elements esmentats.

A escala de producció o gran consum tot té la mateixa simplicitat. En aquest cas ja no utilitzarem kW i kWh, sinó algun múltiple adequat com ara: el MW (1000 kW) o el GW (1000000 kW) per a la potència i el MWh, GWh o MWdia per a l'energia.

Amb un petit esforç, el profà hauria d'aconseguir no confondre energia i potència! No confondre kilowatts amb kilowatts-hora!

A l'hora d'establir comparacions de l'energia consumida per països o per regions se sol utilitzar la tona equivalent de petroli (tep). Es tracta d'una unitat d'energia que podria definir-se com l'obtinguda per la combustió d'una tona de petroli (1 tep equival a 11630 kWh o a 10000000 kcal).

2.1.4. Aquell passat renovable

Com feien les coses els nostres avantpassats? Com eren els balanços abans del descobriment de les fonts d'energia de la modernitat?

Al planeta terra li arriba energia sobretot del sol en forma de radiació diversa, ja he anticipat alguna cosa quan hem parlat del problema de l'atmosfera. Aquesta energia primer s'atenua a l'atmosfera, escalfa moderadament el planeta i també, ja ho hem dit, es converteix en part en energia química gràcies als vegetals i als oceans. Aquesta energia química emmagatzemada sobretot als teixits del vegetals arriba als teixits animals i humans seguint les conegudes cadenes tròfiques o alimentàries.

Durant molt temps els éssers vius han estat crucials en la transformació d'una energia vinguda del sol en una energia mecànica utilitzable. Dic crucials i no únics perquè el molí de vent i el molí d'aigua són bastant antics.

L'escalfament desigual que el sol produeix en zones de l'atmosfera provoca corrents d'aire o vents. L'aparell o convertidor energètic que permet transformar l'energia del vent en energia mecànica utilitzable és el molí de vent.

Tots sabem la dinàmica de les pluges i els rius. Es tracta d'un mecanisme conegut i observat de fa temps mitjançant el qual aigua del mar fa un itinerari que inclou evaporació, formació de núvols, desplaçament de núvols, pluja, formació de rierols i rius i retorn al mar. L'energia necessària és originàriament d'origen solar: el sol escalfa les molècules de la superfície del mar i els confereix un moviment desendregat, com el que és degut a qualsevol escalfament. Aquest moviment es concretarà de forma vertical ascendent en la formació del núvol i, com diu la física, la seva energia, calorífica a l'inici, esdevindrà gravitatòria o potencial. Aquesta última explica la mecànica del retorn al mar per gravetat, en forma primer de pluja i després de rierol i de riu. Ben aviat l'energia de l'aigua que va riu avall per gravetat va ser aprofitada per bellugar molins d'aigua.

Els nostres avantpassats també s'escalfaven i ho feien normalment cremant llenya o biomassa. L'itinerari pot ser descrit fàcilment. La radiació solar és absorbida pels vegetals i emmagatzemada químicament en els seus teixits que més tard constituïran la biomassa o substància susceptible de ser cremada. La combustió d'aquesta biomassa transformava la seva energia química en energia calorífica que, pel cas en qüestió, representa ja energia útil.

El sol ha estat, durant molt temps, potser l'única font d'energia.

L'emprenedoria i la ciència naixents van combinar aquests principis elementals per tal de fer-los eficaços al servei de la humanitat. Així vàrem veure: el treball humà, la utilització de molins d'aigua i de vent, l'ús de cavalls i bous i la llar de foc.

La seguretat del subministrament energètic es basava en aquell passat renovable en l'estabilitat de les comunitats dels éssers vius implicats, ja fossin vegetals, animals o humans. S'estava lluny, potser molt lluny d'una crisi energètica, la societat assegurava la seva resiliència i podríem dir que l'harmonia de la naturalesa s'auto-vigilava!

2.1.5. Qui consumeix energia i com la consumeix?

La llar, amb un consum d'entre el 15% i el 20%; el transport entre el 40% i el 45%; la indústria, entre el 20% i el 30%, i els serveis entre el 10% i el 15% són els consumidors d'energia d'avui. En els darrers anys hem observat uns consums d'energia com ara aquests. Podríem afegir l'agricultura, amb un percentatge inferior al 5% i podríem comptabilitzar també el que es diuen consums no-energètics o consums dedicats a la producció de subproductes dels combustibles. La figura 1 mostra valors d'energia consumida a Catalunya per sectors per a l'any 2019.

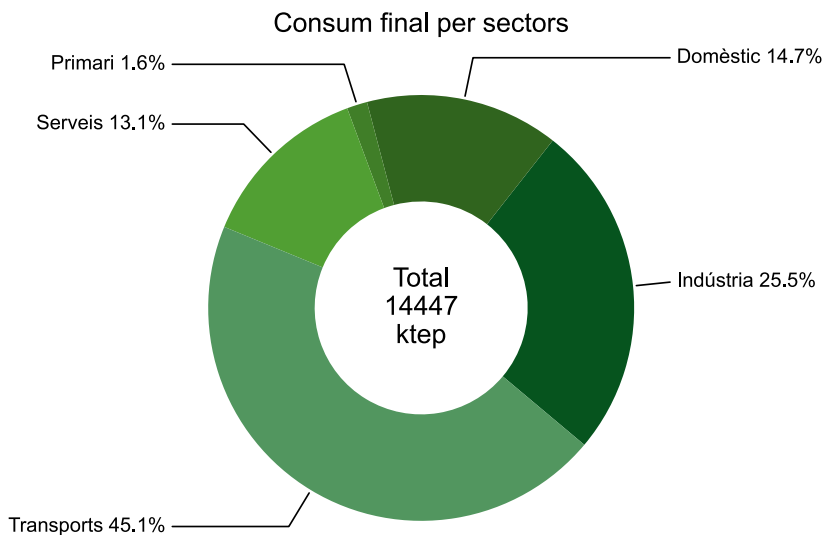


Figura 1. Consums d'energia per sectors. Any 2019. El transport és un gran consumidor d'energia. El consum residencial és relativament limitat.

Hi ha llars molt diverses amb consums energètics molt diversos! A la llar hi solem trobar electrodomèstics, il·luminació, cuina, aire condicionat, calefacció, aigua calenta i altres convertidors que contribueixen al confort de l'usuari. Hi ha convertidors d'energia que s'alimenten d'electricitat, altres utilitzen un fluid calent, i per a alguns hi ha més d'una opció. Tant l'electricitat com el fluid calent poden haver estat produïts dins o fora de l'entorn domèstic. Optimitzar el consum energètic d'una llar no és complex però no hi ha dues llars iguals!

Per fixar idees intentarem raonar sobre les xifres de consum d'una determinada llar que proposo com a exemple. No es tracta de la llar mitjana de cap regió o país però és bastant estàndard i serveix per al propòsit traçat. Parlem d'una llar que actualment cobreix amb electricitat els electrodomèstics, la il·luminació, la cuina i l'aire condicionat, i amb gas, la calefacció i l'aigua calenta. És una opció relativament freqüent. Els consums anuals d'aquesta opció podrien ser 4000 kWh d'electricitat i 7500 kWh de gas. El detall de l'electricitat necessària, en base anual també, podria ser: electrodomèstics (2400 kWh), il·luminació (600 kWh), cuina (600 kWh) i aire condicionat (400 kWh). Una segona opció seria el tot-elèctric. El consum total d'aquesta segona opció s'obtindria sumant als 4000 kWh de la primera, els necessaris per produir elèctricament els serveis que abans eren produïts amb gas. Considerats els rendiments corresponents, el consum podria ara ser de $4000 + 5000 \text{ kWh} = 9000 \text{ kWh}$ d'electricitat. No hauria de sobtar que els usos tèrmics que consumien 7500 kWh de gas es puguin assolir només amb 5000 kWh^{elèctrics}! Anant més lluny, si aquest tot-elèctric hagués d'incloure la càrrega de bateries d'un vehicle privat per llar, com ara el vehicle privat mitjà a Espanya, fent 12000 km a l'any, s'hauria de preveure un augment de l'energia domèstica de l'ordre de 3240 kWh a l'any. En termes relatius respecte a la primera opció, la segona opció significa un consum d'electricitat del 225% i amb el vehicle un 306%. Més endavant tornarem sobre aquests conceptes amb algun càlcul aclaridor i també sobre el mateix exemple conforme convingui introduir algun nou concepte.

Per tal de fer balanços d'energia a escala més global es necessiten unes definicions que ajuden a concretar. Definirem, doncs: energia primària, energia final i energia útil. Anomenem *energia primària* l'energia tal com la captem de la naturalesa. Aquesta energia seguirà un procés de transformació i transport que la convertiran en *energia final*. Aquesta energia final serà posada a disposició de l'usuari. Finalment l'usuari utilitzarà els seus propis convertidors per transformar-la en *energia útil*, que pot ser definida com l'energia que permet satisfer el servei implicat. Hi ha bones estadístiques d'energies primàries i finals, i a continuació dono algunes xifres en ktep per a l'any 2019 a Catalunya. Vegeu les figures 2 i 3.

Les diferències entre unes xifres i les altres mereixen algun comentari. L'electricitat apareix com a energia final i no com a primària, el fet s'autoexplica, ja que no la cap-

tem des de la naturalesa i en canvi la posem a disposició de l'usuari en la seva forma final. De manera semblant, la nuclear prové de l'urani extret a la mina però finalment és servida com a electricitat. El gas es capta en una forma molt semblant a la d'ús final però dos fets expliquen dominantment les diferències. D'una banda, una part del gas és servit com a tal a l'usuari com ara el que cremem a les calefaccions domèstiques i una altra s'utilitza a les centrals tèrmiques per produir electricitat.

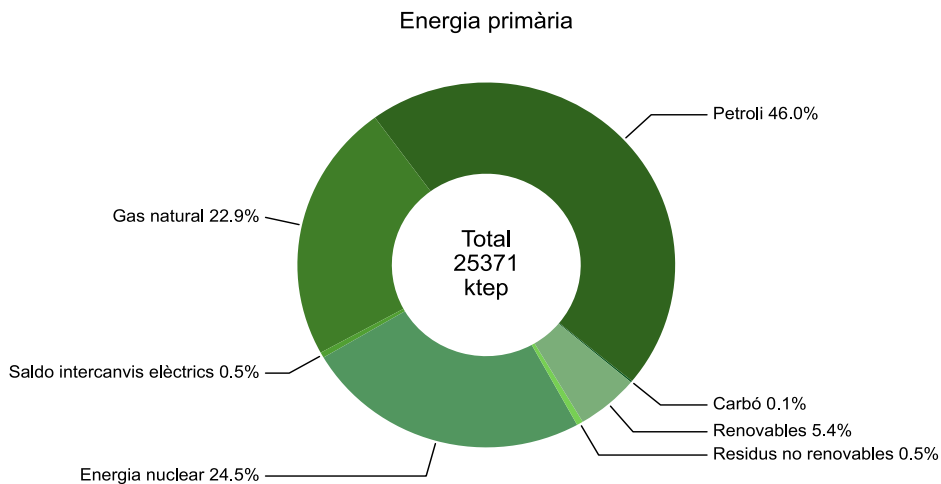


Figura 2. Energies primàries a Catalunya. Any 2019. L'energia fòssil total representa el 69.1%

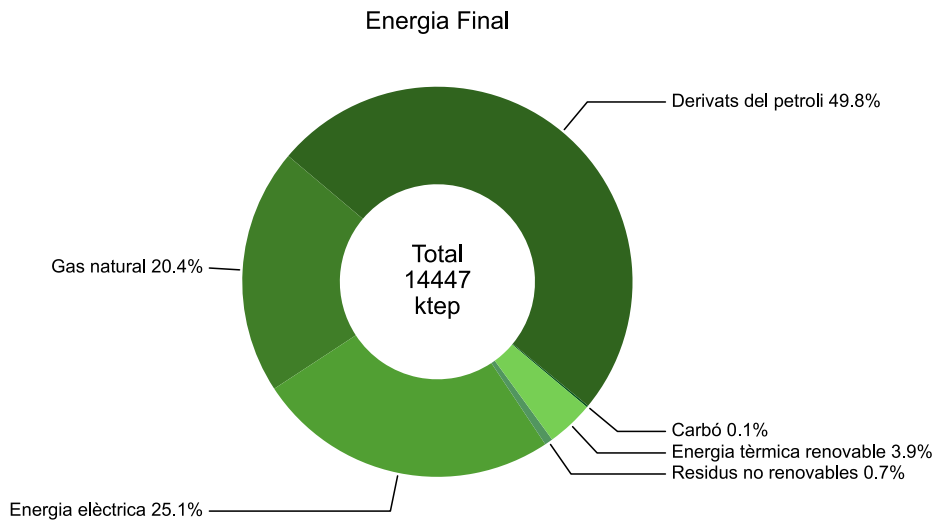


Figura 3. Energies finals a Catalunya. Any 2019

D'altra banda, el procés de posar-lo a disposició de l'usuari vol un transport i una despesa energètica d'emmagatzemament i distribució. Pel que fa al carbó, el comentari seria molt semblant al que hem fet per al gas. Finalment, l'itinerari del petroli és realment complex i, a més a més, ramificat. Un cop extret el petroli, és sotmès a processos de separació, refinament i transformació entre els quals hi ha importants derivacions cap a la preparació de productes derivats energètics i no-energètics. Això explica les grans diferències existents sovint entre les quantitats de petroli primari i productes derivats del petroli final.

Igual que ha estat fàcil trobar estadístiques d'energies primàries i finals, es més difícil trobar-ne d'energies útils. En efecte, els convertidors que les produeixen estan sota el control de l'usuari i, per tant, solament l'usuari ens en pot parlar. A dia d'avui, i en la lògica que emana del fet que estem produint gairebé tota l'energia de forma centralitzada per tal que l'usuari la compri, no trobem a faltar aquestes xifres. En un futur pròxim, quan l'estalvi energètic esdevingui un dels pilars de la transició, haurem d'incloure de ben segur aquest darrer pas de transformació energètica en qualsevol estudi d'optimització global. Per tal d'il·lustrar el comentari i amb un cert paral·lelisme al que hem fet abans en el cas dels consums de la llar, la taula 1 mostra unes xifres d'una de les moltes maneres de cobrir elèctricament els serveis produïts avui a Catalunya per combustibles fòssils. Partint de les energies finals en ktep (columna 1), s'obtenen els seus valors per càpita, una mica més entenedors en tep/habitant i MWh/habitant (columnes 2 i 3). A continuació (columna 4), es mostren els resultats d'una de les hipòtesis de substitució del fòssil per elèctric. Concretament es postula que el 80% dels productes del petroli es cremen en motors de combustió interna i la resta més el gas i el carbó en calderes convencionals, i que la substitució es fa mitjançant motors i calefactores elèctrics. Per bé que es tracti d'una substitució hipotètica, estem parlant gairebé d'un tot-elèctric (taula 1) del que només queden fora amb percentatges relativament petits l'energia tèrmica renovable i l'obtinguda de residus no renovables (figura 3).

	ktep	tep/habitant	MWh/habitant	MWh _{elèctrics} /hab. de substitució
Carbó	21.5	0.003	0.034	0.027
Derivats del petroli	7196	0.97	11.2	5.4
Gas natural	2946	0.40	4.6	3.8
Total fòssil	10163	1.37	15.9	9.1
Energia elèctrica	3625	0.49	5.7	5.7
Residus no renovables	98.2	0.013	0.15	
Energia tèrmica renovable	561	0.08	0.88	
Total	14447	1.94	22.6	14.8

Taula 1. Hipotètica substitució de fòssil per elèctric a Catalunya amb dades de l'any 2019. Les tres primeres columnes descriuen la situació real a 2019, la quarta recull els resultats d'aplicar la hipòtesi establerta.

En aquestes condicions i tenint presents les hipòtesis realitzades, es podrien fer comentaris diversos. Em limitaré a un parell d'observacions. Necessitaríem 9.1 MWh_{elèctrics}/habitant per cobrir amb electricitat els mateixos serveis que fèiem amb els 15.9 MWh/habitant mitjançant energia fòssil. En aquest cas tampoc ens ha de sobtar l'ordre de magnitud de les xifres de la substitució. El tot-elèctric que correspon a aquesta hipotètica substitució necessitaria un total de 14.8 MWh_{elèctrics}/habitant. Tornarem a utilitzar aquesta xifra més endavant.

2.1.6. Indicadors relacionats amb l'optimització energètica

Hi ha indicadors diversos que ajuden a avaluar i a presentar el nivell d'optimització assolit pel procés de producció i distribució de l'energia quan la pensem com un bé social. Parlarem d'energia per càpita, d'intensitat energètica i d'índex de desenvolupament humà.

L'energia anual per càpita és el primer d'aquests indicadors que s'expressa en termes relatius en tep/(habitant x any) i té uns valors per a l'any 2018 de 3.1 i 6.8 tep/(habitant x any) respectivament per a Europa i per als Estats Units. En països com aquests sol ser lleugerament decreixent amb el temps, entenent que un procés d'optimització energètic està en curs i va assolint les seves fites.

La intensitat energètica es defineix com a quantitat d'energia primària per unitat de Producte Interior Brut (PIB) del país. És un indicador que mostra la forta relació existent entre el consum energètic eficient i el grau de desenvolupament o l'estat del benestar del país en qüestió. Als països de l'OCDE té valors entre 0.1 i 0.2 tep/1000US\$ mentre que en països fora de l'OCDE pot valdre de l'ordre de 0.5 tep/1000US\$. Actualment és lleugerament decreixent a la major part dels països per bé que al segle passat no era el cas. En efecte, aleshores, economia i consum energètic es mostraven com a processos acoblats arreu del món.

Existeix un Índex de Desenvolupament Humà (IDH) que ajuda enormement a la visualització del progrés de les comunitats quan mostrem la seva relació amb el consum anual per càpita d'energia, tal com es pot veure a la figura 4. Està centrat en les capacitats humanes com a fonament de les oportunitats que les persones tindran en les seves vides. Valora temes com ara gaudir d'una vida llarga i saludable, haver rebut una educació, accedir als recursos que permetin una existència digna.

Per a consums per càpita inferiors a 1 tep (tona equivalent petroli) qualsevol augment del consum energètic personal es tradueix en una millora equivalent en desenvolupament humà. Els països del Sud Global es troben en aquests rangs de consum. Igualment queda clar que per a consums per càpita per sobre dels 4 tep

els augments de consum energètic a penes produeixen millores apreciables de desenvolupament humà. Els països europeus gasten a l'any de l'ordre de 4 tep/persona i els Estats Units de l'ordre de 8 tep/persona.

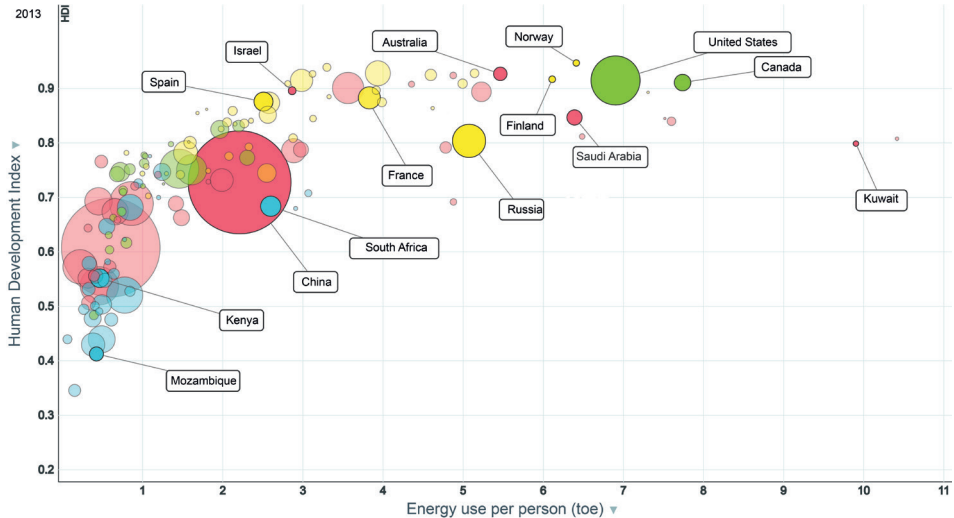


Figura 4. Índex de Desenvolupament Humà (IDH) en funció del consum energètic per càpita.
Els cercles són proporcionals a la població del país que representen

L'ús adequat d'aquests indicadors permet ajustar l'anàlisi i el discurs sobre optimització del consum energètic.

2.2. Els convertidors energètics

2.2.1. Els convertidors fòssils

Fa uns 200 anys, l'ús massiu primer del carbó i successivament del petroli i del gas va donar lloc a una transformació important de la societat que globalment podríem anomenar «era del combustible fòssil». Durant aquests anys, la combustió fòssil ha estat a la rel de l'activitat humana i els canvis produïts, notoris la major part, podrien com tot, classificar-se en positius i negatius. Entre els positius, hi hauria realitzacions de l'àmbit de la mobilitat, la relació humana, o la industrialització. Entre els negatius, deixeu-me destacar la contaminació atmosfèrica i la producció de CO₂.

L'energia produïda per les combustions fòssils s'utilitza de formes diverses: directament com a energia tèrmica, transformada en energia mecànica o transformada en energia elèctrica. Addicionalment, la modernitat ens ha portat a la generació coordinada termomecànica i termoelèctrica, anomenada cogeneració. En el moment en què vivim, crec que la funcionalitat bàsica d'aquests tipus de convertidors és prou

coneguda i en canvi les seves dificultats de substitució adopten avui una rellevància extraordinària. En aquestes condicions, crec que val la pena utilitzar aquestes últimes com a fil conductor de l'exposició que segueix.

Així doncs, avui és útil reflexionar al voltant dels usos actuals de combustibles fòssils i de la facilitat o dificultat de fer d'una altra manera la mateixa funció que fan. Si pensem en substitució, podem: o bé substituir el fòssil per un altre combustible que no ho sigui, o bé substituir la tecnologia d'aprofitament, és a dir, el convertidor energètic, sigui motor o cremador, per una altra tecnologia que permeti la mateixa funció. La resposta en el primer cas l'hauríem de trobar en els biocombustibles i la biomassa, dels quals parlarem més endavant; i en el segon, en un seguit de tecnologies encaminades a cobrir els usos tèrmics, mecànics i elèctrics de l'energia avui produïda mitjançant la combustió fòssil.

A la indústria, els convertidors fòssils d'ús tèrmic són relativament freqüents, cremem combustibles fòssils amb finalitats d'utilitzar l'energia calorífica produïda. Hi trobem forns, calderes i altres convertidors integrats en processos de transformació, com ara els de la indústria química i metal·lúrgica. Molts d'aquests són fàcils de substituir, però alguns són difícils atès el seu nivell d'integració en el procés involucrat. Aquest és el cas del carbó a la indústria siderúrgica. En aquest cas, el carbó és alhora combustible i matèria primera que s'incorporarà en petites quantitats al procés. Hi ha altres casos. Pel que fa a forns i calderes, també volen una consideració. Si bé hi ha calderes i forns elèctrics, la conversió elèctrico-tèrmica no té tots els pronunciaments favorables. Sovint se'ns presenta com a punt final d'una cadena de transformacions energètiques globalment poc eficients. Estic parlant de la transformació tèrmico-elèctrico-tèrmica. En un punt de la nostra geografia, cremem per produir electricitat a un baix rendiment. Després transportem l'electricitat per una línia elèctrica que s'escalfa i també té les seves pèrdues i que més tard en un altre punt del país la retransformem en energia tèrmica en un forn o en una caldera elèctrics. Aquest tipus d'encadenament de transformacions en principi s'hauria d'evitar. Dic en principi perquè, a vegades, hi ha raons tècniques que ens fan seguir un camí que, malgrat que és poc eficient, en contrapartida té altres avantatges. Hi ha processos industrials que només són viables en un determinat tipus de forn. Optimitzar aquests consums energètics no és complex però vol algun raonament d'enginyeria i no es resol amb pura aritmètica comptable.

També hi ha convertidors d'energia fòssil d'ús tèrmic domèstics. Avui a la llar potser hi ha més gas que carbó i petroli, però encara hi trobem els tres combustibles. Entre els convertidors domèstics, hi trobem: calderes per produir aigua calenta i calefacció, forns i cuines. El tot elèctric domèstic és tècnicament viable i en alguns casos podem dir que ja és una realitat avui, amb la bomba de calor aerotèrmica per

calefacció i aigua calenta sanitària. L'energia solar-tèrmica i la biomassa són punts a tenir en compte com sempre amb realisme i ambició. En tornem a parlar.

Els convertidors energètics que desenvolupen la transformació termomecànica són ben coneguts. Tal com hem vist, es tracta d'una transformació de baix rendiment però enormement experimentada al llarg de la història recent. Els motors endotèrmics, siguin alternatius o rotatius, constitueixen aquest grup i es tracta de trobar-los un substitut. Estem parlant sobretot dels convertidors d'energia involucrats en el transport. Avui el transport de mercaderies i persones depèn en gran mesura dels combustibles fòssils. Considerem, un per un, cadascun dels mitjans de transport que utilitzen directament combustions. Aquests són: l'automòbil, la motocicleta, el camió, els avions, els vaixells i alguns trens.

Els automòbils i les motocicletes poden ser reconvertits en elèctrics segons tecnologies ja disponibles. No es tracta d'utilitzar una enginyeria simplement viable, estem parlant d'uns productes que ja es fabriquen, han seguit el seu procés d'optimització funcional i tenen en curs, com totes les tecnologies, un intent de millora econòmica. Aquesta és una iniciativa en marxa i això és enormement positiu. Un important escull està pendent de ser superat: s'ha de preveure una producció addicional d'electricitat per tal de fer front al problema i s'ha de planificar una gestió correcta per al procediment de recàrrega de les bateries necessàries. Seria preocupant que la societat, o els seus representants a qui s'ha delegat aquest tema, menystinguessin el punt.

Un petit càlcul ens pot ajudar a entendre l'ordre de magnitud de l'energia que dediquem als automòbils. Es tracta d'un càlcul de primera aproximació que es concentra en el que és més rellevant. Partint d'un consum de gasolina expressat tal com solem fer, l'exemple es referirà a un vehicle que consumeixi 8 litres cada 100 km. Tenint present el rendiment del motor i el poder calorífic del combustible, tal vehicle en fer 100 km haurà consumit una energia del combustible de 69 kWh que es tradueix en una energia mecànica útil de 17 kWh. Recordem de tenir sempre en compte els rendiments! Com serà el vehicle elèctric que em permeti el mateix servei? Ara hauré de produir elèctricament l'energia, emmagatzemar-la en una bateria, recuperar-la i transformar-la en energia útil. Per aconseguir els 17 kWh útils que necessito, tenint en compte el rendiment del motor elèctric i l'eficiència del procés de càrrega i descàrrega, hauré de partir d'una producció de 27 kWh. Permeteu-me un petit incís, si algú pregunta quina energia necessites per fer 100 km, què contestaria el lector? Diria 17, 27 o 69 kWh? La pregunta té un punt d'ambigüitat. La resposta generosa que corregeix l'ambigüitat és: necessito 17 kWh mecànics útils que puc obtenir o a partir de 27 kWh_{elèctrics} o a partir de 69 kWh de combustible. Per desgràcia, encara hi ha textos i discursos que no resolen aquest tipus d'ambigüitat i cauen en els errors subsegüents! L'aritmètica d'energies i potències ens fa a cops males passades!

Continuem amb el problema. A Espanya hi ha 25 milions de cotxes que fan una mitjana de 12000 km l'any! Això voldria dir 300000 milions de km (o 3000 milions de vegades 100 km) i una energia elèctrica de 82 milions de MWh. Si una central productora d'electricitat com ara Vandellòs-II, treballant continuadament a una potència de 1000 MW, produeix al cap de l'any 8760000 MWh necessitem $(82000000 / 8760000 = 9.4)$ aproximadament l'energia de 9 centrals elèctriques de 1000 MW per proveir l'electricitat necessària! Aquest és un càlcul, que es podria afinar més, i que el lector podria enriquir a voluntat i adaptant-lo a col·lectivitats, agrupacions i flotes de vehicles específiques. Com a càlcul, no té més pretensions que donar una idea de la magnitud del problema. Estem gastant molta energia per moure vehicles. Produir-la pot esdevenir un maldecap! Resoldre aquest escull vol dir preveure com es produirà aquesta energia. Aquesta producció no és tècnicament difícil: de fet, no necessitem 9 centrals de 1000 MW, ja que podem acomodar la producció en el temps! Com es diu a l'ofici, estem resolent un problema d'energia i no de potència. Malgrat tot, podem tenir alguna dificultat notable d'implantació.

La substitució de vehicles és un tema amb vessants que van més enllà de la tècnica i poden esdevenir crucials. Citem els més rellevants. Aquests són: el cost, els relatius a l'autonomia i al procés de càrrega i els que entronquen amb costums consolidats i mentalitats del ciutadà. Un vehicle elèctric avui és car o molt car. Aquest és un tema amb implicacions sobretot socials. És cosa sabuda que qualsevol tecnologia nova s'estrena amb uns costos no-optimitzats i que, en general, l'èxit comercial i el temps acaben abaratint-ne els productes. Aquest fet introdueix incertesa temporal a qualsevol reconversió en elèctrics dels automòbils i motocicletes actuals. Malgrat tot, som davant d'una tasca ja encetada i, en els seus aspectes tècnics, ben encetada. Moltes són les persones que avui depenen del seu vehicle en allò que és personal o professional. Si la transició energètica els demana una reconversió total a l'opció elèctrica, demanaran amb raó que es faci a un ritme raonable i d'acord amb les seves capacitats econòmiques

El vehicle elèctric d'avui dona pràcticament ja amb solvència les prestacions del vehicle tradicional. La seva autonomia i el temps de recàrrega són potser els seus punts més febles. L'autonomia pot considerar-se limitada, ja que avui és de l'ordre d'uns 400 km. És poc menys que la d'un cotxe de gasolina. La diferència avui és que la càrrega del dipòsit de gasolina d'un cotxe triga uns pocs minuts i la podem fer fàcilment a les moltes gasolineres que hi ha distribuïdes per la geografia. La càrrega d'una bateria d'un cotxe elèctric no té aquestes facilitats. Els sistemes correntment disponibles són més difícils de trobar i el temps de recàrrega és clarament més llarg. Tot això pot millorar, i segur que algú ja hi està pensant. Algú està barrinant quina seria la millor sortida per a una situació com aquesta en les coordenades d'avui. Ben segur que qui hi pensa és amb l'esperit emprenedor natural del moment. És potser la millor manera de pensar-hi, sobretot la més adap-

tada a la nostra mentalitat col·lectiva. Algú està combinant, amb enginy, conceptes i solucions tècniques que resolguin o donin la millor sortida a les imperfeccions del procés de càrrega actual. Com fer-ho per evitar incomoditats com la de canviar de bateria, per evitar inversions com les d'instal·lar sistemes de càrrega més sofisticats i per fer que tot sigui compatible amb el fet d'aconseguir les millors prestacions per al vehicle. L'emprenedor de sempre hi està treballant i de ben segur aniran apareixent solucions amb un bon compromís entre cost i prestacions.

Comentem breument també el fet que el vehicle particular té una rellevància social. És un fet molt conegut que arrenca de la llibertat que dona tenir un vehicle privat. Potser el fet era més evident fa 60 anys, quan hi havia menys cotxes i així indirectament estem explicant l'interès de molts per tenir vehicle propi. Hi ha molts racons de món on la situació d'avui s'assembla enormement a la del nostre passat recent, quan tothom anhelava el cotxe com a eina i símbol de llibertat. Hi ha altres punts del planeta com ara els Estats Units on realment la vida sense vehicle és difícil. Finalment, la situació a Occident és realment curiosa. D'una banda, a molts llocs s'ha aconseguit cobrir la mobilitat amb transports públics solvents i malgrat tot el ciutadà segueix valorant el vehicle propi com quelcom que dona, a més de llibertat, poder i prestigi. La simbologia utilitzada per la publicitat en aquest àmbit sovint utilitza el fet.

En aquestes condicions, qualsevol acció que precisi canvis de costums del ciutadà pot tenir resultats difícilment previsibles. Per exemple, utilitzar amb eficàcia el patinet o la bicicleta elèctrica allà on d'altres utilitzen el cotxe és quelcom que ja veiem i segons avança el temps pot convertir-se en un fet a tenir en compte. Compartir cotxe de les maneres que ens proposin pot ser també una alternativa amb impacte. L'emprenedor de sempre comença a ensenyar el seu joc quan ens ofereix productes i iniciatives. Costa bastant dir com evolucionarà el món de l'automòbil i de l'ús particular. Si ho deixem a mans de l'emprenedoria que hem citat, humana i pròxima, potser aquesta trobarà una sortida òptima. Potser d'aquí uns anys o dècades seria possible que pràcticament no hi hagués cotxes particulars i només tinguéssim cotxe quan el necessitem! Guanyant molta flexibilitat a l'hora de llogar-los potser acabaríem gastant només l'energia que necessita la nostra mobilitat real! Potser serà el contrari i les previsions mostrades seran una utopia ja que el cotxe propi és, en molts casos, quelcom molt desitjat i la societat ens estimula molt fortament a ser propietaris del nostre vehicle!

Aquest sector hauria de treballar sense badar però sense pressions addicionals. Si apressem el sector fent-lo únic responsable de les emissions de mobilitat, difícilment aconseguirem res. El tema està en marxa i no sembla tècnicament complicat però recordem: hi ha molts cotxes al món i per a molts i degut a raons diverses el cotxe és quelcom molt important! Convé no oblidar que aquesta reconversió té una

connexió amb qüestions de caire social i que exigeix produir més energia elèctrica, per a la qual cosa convé preveure una solució d'entrada.

Tenim un problema greu amb els avions que és pràcticament insoluble de forma cent per cent sostenible: funcionen amb motors que cremen combustible fòssil. Podrien funcionar amb biocombustible, de fet algunes línies aèries anuncien que ja els utilitzen de manera combinada amb el combustible fòssil. No hi ha avui una tecnologia substitutòria per al motor d'avió. Tot s'agreuja quan veiem que, a més a més, la despesa en combustible per unitat de massa transportada arriba a multiplicar-se per 4 o per 5 quan ho comparem amb el tren d'alta velocitat. A la curta, l'aviació pot contribuir molt poc a la reducció de l'ús dels combustibles fòssils. A les distàncies en què l'avió competeix amb el tren, l'estalvi d'energia s'assolirà utilitzant el tren. Avui sembla que per sota de 800 km o 1 hora avió, el tren ofereix el mateix servei a un cost energètic clarament avantatjós. Potser a curt termini amb un lleuger progrés del tren aquestes distàncies creixeran. A mitjà termini, per estalviar energia d'origen fòssil s'hauran de reduir el nombre de desplaçaments en avió i aquest fet no està previst en principi a la transició en curs.

Una eventual reducció important del nombre i la longitud dels desplaçaments en avió tindria un impacte social. Aquest és un tema del qual ja hem dit alguna cosa, arran de plantejar la connexió entre consumisme, energia i estímul social. Avui el viatge de lleure en avió ho té tot per agradar! Ens permet desplaçar-nos en un temps moderat a regions del món que anhelem visitar. A més, ens permet observar l'efecte dinamitzador que té la iniciativa que genera un espai d'activitat creixent amb bons resultats tant per als negocis generats, siguin en el transport o a les zones receptors amb hotels i restauració... Un se sent realment i clarament a contracorrent quan parlem de limitar el nombre de viatges en avió! Fixem-nos que, en aquest cas, però, estem parlant de substituir i limitar. Això vol dir potser intentar habilitar el tren per fer moltes o unes quantes de les coses que avui fem en avió. Deixar l'avió per creuar els oceans i no els continents! És difícil, però d'alguna manera ens hi hem de posar!

Amb els vaixells tenim un problema semblant i també difícil de resoldre: també funcionen amb motors que cremen fòssil. Podrien funcionar amb biocombustible amb els problemes que li són propis a aquesta font d'energia. A mitjà termini, també s'haurien de reduir el nombre i la longitud dels desplaçaments en vaixell. Aquest punt és enormement complicat atès que el transport marítim està altament consolidat tant en l'àmbit dels recorreguts llargs com en els de distàncies curtes i mitjanes. A més, hi ha moltes illes al món i mereixen ser ateses! Aquest tema a penes ha aflorat com a crític ara per ara. En un demà llunyà, en un món globalitzat sembla raonable aconseguir que les mercaderies es fabriquessin en proximitat d'allà on s'hagin de consumir. També, si més no, el futur ens ha de portar una logística de

transports que permeti evitar transports injustificats. Potser encara som molt lluny d'aquest demà!

El problema dels trens sembla més acotat, ja que molts són elèctrics. La conversió dels trens que consumeixen petroli, gas o carbó en trens elèctrics sembla un problema tècnicament resolt.

La producció d'electricitat a partir de convertidors que utilitzen energia fòssil és altament rellevant. Parlo de les centrals termoelèctriques o tèrmiques, tant de les que reverteixen sobretot energia a la xarxa elèctrica com les que la reverteixen localment en una indústria. Tal com es pot veure a la figura 5, avui a Espanya hi ha una potència instal·lada en producció fòssil de 40 GW que el 2019 van produir una energia elèctrica de 80193 GWh. Per cada kWh elèctric produït a partir de carbó s'ha emès entre 820 g i 1050 g de CO_2 a l'atmosfera. Si la producció és a partir de gas, la quantitat es troba entre 443 g i 490 g. Més endavant hi tornarem.

Aquests convertidors utilitzen la transformació termoelèctrica (de fet, termo-mecànic-elèctrica) i el seu funcionament inclou un pas de transformació molt poc eficient:

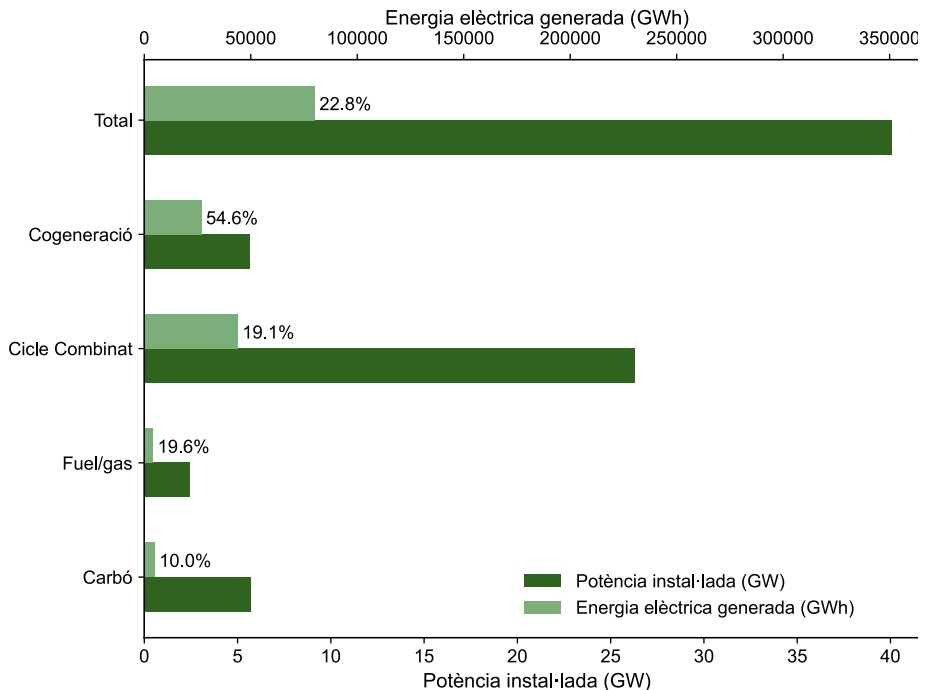


Figura 5. Producció d'electricitat a Espanya a partir de combustibles fòssils (any 2020). Factors de càrrega.

la transformació termomecànica que sol fer-se en una turbina. Una de les raons físiques del baix rendiment d'aquest pas és la magnitud de la seva calor residual. Per cada unitat d'energia elèctrica produïda al final per aquest mètode, les lleis de la física termodinàmica ens fan llençar entre 1.5 i 2 unitats de calor residual en principi no-aprofitable. L'impacte d'aquest fet, que és físicament inevitable, en algunes ocasions s'aconsegueix minimitzar aprofitant la calor residual per a usos necessitats de poca temperatura. Aquesta iniciativa rep el nom de *cogeneració* i està pensada com a generació coordinada energies tèrmica i elèctrica. Es materialitza en l'àmbit públic a les xarxes de distribució de calefacció urbana o *District Heating* i a escala local a la calefacció d'edificis industrials i algun altre ús tèrmic a la indústria.

Hi ha centrals de carbó, de petroli i de gas. Avui són substituïbles per altres tipus de centrals productores d'electricitat. Tenint en compte la seva ubicació geogràfica i la funció dins la xarxa elèctrica, el punt fonamental de la substitució és aconseguir el manteniment de les presentacions de versatilitat de la xarxa a què estan acoblades. Són centrals de producció regulable i actuen com a tals. Ho tornarem a comentar a l'hora de parlar de la seva substitució.

2.2.2. Escalfament global

Per centrar el context tecnològic de l'escalfament global, és oportú:

- Recordar el concepte de gasos d'efecte hivernacle.
- Introduir els indicadors utilitzats.
- Donar algunes dades sobre emissions.
- Resumir els continguts dels acords internacionals.

Tal com he dit a l'hora d'esbossar el problema de l'atmosfera, hi ha uns gasos que, ubicats a l'atmosfera, dificulten enormement el trànsit de l'energia solar incident cap a l'espai exterior i donen lloc al fet que l'equilibri termodinàmic del planeta es produeixi a una temperatura superior a la que es produiria si no hi fos. Els anomenem *gasos d'efecte hivernacle*. Els més significatius són el CO₂ (diòxid de carboni) i el metà, per bé que també hi altres òxids diversos i ozó. Arran de parlar del problema de l'atmosfera, ja s'han introduït breument els mecanismes físics implicats. Per bé que solem raonar la problemàtica de l'atmosfera citant sobretot el CO₂ val la pena recordar que els altres també són objecte de preocupació i, per tant, d'anàlisi.

Els indicadors utilitzats correntment per avaluar la progressió del problema solen ser la temperatura mitjana de la superfície de la terra i la concentració de CO₂ a l'aire, entre els quals hi ha una correlació raonablement estable. Aquesta temperatura, que en el passat tenia un valor d'uns 14°C, en els darrers 30 o 35 anys ha patit un augment de 0.8°C. Pel que fa a la concentració de CO₂ a l'aire, en el mateix període el valor ha variat des de 350ppm fins a 410ppm.

És oportú mostrar alguna dada relativa a les emissions. Comencem per aquell vehicle privat de què hem parlat abans que, al cap de l'any, feia 12000km i gastava 8 litres cada 100km. Aquell vehicle produeix entre 1.2 i 2 tones de CO₂ a l'any. Si pensem en el conjunt de tots els vehicles d'Espanya, tenim uns totals d'entre 30 i 50 milions de tones CO₂. Vegem també unes xifres més globals de l'any 2019.

	tones CO ₂ / habitant
Espanya	5.4
França	5.0
Alemanya	8.4

Taula 2. Emissions per càpita

Comparem els consums que figuren a la taula 2. A França, no cremen tant fòssil en centrals elèctriques com a Espanya però potser tenen més mobilitat en carreteres i més activitat industrial. Les dades d'Alemanya s'expliquen pel fet que cremen molt carbó. Aquestes xifres donen rellevància a la necessitat de substituir els convertidors fòssils.

La producció d'energia elèctrica és, avui dia, una de les activitats que més CO₂ produeix. Les centrals que utilitzen combustible fòssil produeixen aproximadament, ja ho hem dit, entre 443 g i 490 g de CO₂/kWh si són de gas i entre 820 g i 1050 g de CO₂/kWh si són de carbó. Tant la producció renovable com la nuclear no produeix CO₂ de forma directa. En sentit estricte, convé afinar una mica més. Pel que fa a les renovables, els processos d'instal·lació, fabricació de components i mineria associada als materials implicats produeixen una petita quantitat de CO₂. La literatura tècnica la recull. També en el cas de les nuclears, hi ha una sèrie de processos necessaris que generen una certa quantitat de CO₂ que convé comptabilitzar i referir a la unitat d'energia produïda. Els processos en qüestió són: l'elaboració del combustible (minería de l'urani, enriquiment i la fabricació dels elements combustibles), la construcció de la central, l'operació, el condicionament del combustible usat i el desmantellament de la central al final de la vida. Per bé que, en aquest tema hi ha profusió de xifres bastant disperses, m'agrada assenyalar dos treballs que, al meu entendre resulten especialment rellevants a l'hora de clarificar la qüestió. El primer dels treballs, desenvolupat a la National University of Singapore (NUS) i publicat l'any 2008, va suposar una inflexió en la manera d'abordar el problema. Els resultats existents a la literatura tècnica aleshores van ser analitzats amb les seves fonts d'informació. Una sèrie de resultats previs van ser descartats per manca de rigor o d'objectivitat en la presa de dades. El treball va establir una manera d'aportar transparència a l'anàlisi quantitativa de la producció de CO₂ en els processos abans

ciutats relatius a la creació d'infraestructura o mineria i fabricació de components. El segon és més recent (2014), va ser preparat per l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) i recopila dades més actualitzades oficials de les emissions. La taula 3 mostra els resultats dels dos treballs.

	Segons NUS	Segons IPCC
Carbó	entre 960 i 1050	820
Gas-Cicles Combinats	443	490
Hidroelèctriques	10	24
Nuclears	66	12
Solar	32	41
Aerogeneradors	10	11

Taula 3. Emissions de CO₂ en g de CO₂ per kWh^{elèctrics} produït. La diferència d'emissions entre les centrals amb producció directa de CO₂ (Gas i Carbó) i la resta és considerable.

Encara hi ha dispersió! Els estudiosos solen dir que la principal font de dispersió és l'originada per la duració estimada del cicle de vida d'una instal·lació. En efecte, si tant a renovables com a nuclears, gran part del CO₂ produït ho ha estat en els processos de fabricació de components i instal·lació inicial, a l'hora de referir-lo al kilowatt-hora generat, és altament rellevant saber si aquella instal·lació o component estarà operatiu durant 10, 20 o 40 anys. Les estimacions milloraran, però ara per ara, utilitzant les xifres menys avantatjoses i comparant qualsevol de les relatives a fonts descarbonitzades amb els grams de CO₂/kWh produïts pel gas o pel carbó, sembla perfectament raonable, en els estudis comparatius de primera aproximació, argumentar d'acord amb el CO₂ de producció directe.

En el context del seu conveni marc sobre el canvi climàtic, les Nacions Unides han establert diversos acords internacionals, en les anomenades «Conferències de les Parts (COP)», destinats a reduir emissions de gasos d'efecte d'hivernacle. Entre aquests pactes destaquen els Protocols de Kyoto 97 i París 2015, i diverses de les seves actualitzacions en cimera del clima.

Kyoto 97 va ser el primer tractat internacional destinat a aquest propòsit. L'objectiu de l'acord era recollir el compromís dels països industrialitzats de reduir les seves emissions un 5.2% per sota de les del 1990. L'acord no posava límits a les emissions dels països en vies de desenvolupament per bé que entre aquests hi havia la Xina, l'Índia, o el Brasil que ja aleshores tenien nivells d'emissió considerables. Per entrar en vigor necessitava ser ratificat per almenys 55 estats que sumessin el

55% de les emissions. Això va tenir lloc el 2005 després de la ratificació per part de Rússia. Un total de 184 països el van ratificar. El protocol establia també diverses eines per facilitar la gestió de la cooperació en aquest àmbit. Entre aquestes eines hi tenim: el comerç internacional de drets d'emissió, els mecanismes d'aplicació conjunta i els mecanismes de desenvolupament net. La primera d'aquestes eines possibilita la transferència puntual de drets d'un país a l'altre. La segona instrumenta ajudes entre països industrialitzats i països en transició a economies de mercat. La tercera afecta projectes a realitzar i finançar per part dels països industrialitzats en països en vies de desenvolupament amb l'objectiu de crear una infraestructura que permeti reduir emissions. El país en vies de desenvolupament esdevé usuari i propietari de la infraestructura generada i el país industrialitzat utilitza uns drets d'emissió addicionals.

L'Acord de París (París 2015) va ser signat per 195 països, pràcticament per tots els del món. Els requisits d'entrada en vigor van ser els mateixos que en el cas de Kyoto, les condicions es van establir l'octubre de 2016, i avui ja són 185 els països que l'han ratificat. El seu realisme polític li dona més solvència que la que va tenir al seu dia l'acord de Kyoto 97. La posició vacil·lant dels Estats Units, a causa dels dos darrers canvis de president, ha estat un inconvenient per a la seva gestió i plena operativitat. L'Iraq i l'Aràbia Saudita són dos països rellevants que no l'han signat. L'acord utilitza la temperatura mitjana del planeta com a indicador de la seva salut climàtica i estableix com a objectiu que no superi 1.5 °C d'augment i com a límit màxim 2 °C. Per assolir aquest objectiu, cada país proposa els seus límits d'emissió que hauran de ser acceptats per la conferència per entrar en vigor. Tots els estats estan obligats a reduir les seves emissions de CO₂ per sota dels límits establerts per tal de garantir l'objectiu de temperatura. Es mantenen les eines de gestió de la cooperació establertes en el protocol anterior. Les emissions de l'aviació i la navegació no entren en aquests controls, per bé que se'n reconeix la magnitud. El finançament de les accions a realitzar a cada territori corre a càrrec del propi país llevat d'alguna excepció concreta. L'excepció més rellevant és que es preveuen mecanismes de gestió de les pèrdues degudes a danys causats pel canvi climàtic que afectin especialment els països més vulnerables. Els estats rendiran comptes a l'ONU per garantir la transparència del seguiment dels acords.

2.2.3. Els convertidors d'energies renovables

Un dels grans avenços de la sostenibilitat energètica el trobem a les energies renovables. Entre les quals, les més rellevants són: l'energia eòlica, la solar tèrmica, la solar fotovoltaica, la hidroelèctrica i la biomassa. N'hi ha alguna altra. Els avantatges d'aquest tipus d'energia són ben coneguts. El primer és comú a tots els seus tipus i a més és inherent a la seva denominació: són renovables! Mentre hi hagi sol, hi haurà vents, aigües, pluges, i biomassa i possibilitats d'aprofitar-ne l'energia. Un

segon avantatge, també molt rellevant, és que aquestes energies, tal com hem vist en part a l'apartat anterior, ni contaminen ni produeixen CO₂.

És correcte, en llenguatge planer, dir que les renovables ens donen energia per sempre! Qui ho diu així es refereix al fet que sempre tindrem sol, vent, pluges i fusta per cremar i això dona una seguretat. És important, malgrat tot, ser estrictes a la pràctica i recordar que els convertidors renovables també tenen un manteniment, un cicle de vida i necessiten uns determinats materials per ser construïts i reposats. A l'hora de parlar de cadascuna, aclarirem els detalls que ens permeten assegurar aquestes afirmacions globals. A més a més d'aquests avantatges de caràcter general, hi ha particularitats lligades a cada tipus que en completen els punts forts i febles.

Com a punts forts, l'energia eòlica ens mostra un potencial considerable. Hi ha zones de més vent amb grans possibilitats d'explotació d'aquesta forma energètica, i d'altres amb vents més moderats però suficients per a un cert aprofitament. No sembla difícil ubicar un aerogenerador. En veiem en llocs ventosos inhòspits i en veiem també coexistent amb altres usos del sòl. Sabem que no competeix ni amb l'agricultura ni els pasturatges. Alguns països ubiquen els aerogeneradors al mar. El seu progrés tecnològic, en els darrers anys, ha estat excel·lent i avui és correcte establir que som davant d'una tecnologia disponible, ben coneguda i amb uns costos de producció i manteniment raonables.

La intermitència és potser el punt feble més significatiu de l'energia eòlica. La seva utilització en una xarxa elèctrica com l'actual acostuma a necessitar altres fonts més estables i plenament regulables que en facilitin la contribució. A Espanya, un parc eòlic té un factor de càrrega aproximat entre 20% i 40%. Això vol dir que al cap de l'any produeix una energia equivalent al 20% o al 40% de la que produiria si funcionés tot el temps a la seva potència nominal. La figura 6 mostra xifres dels darrers anys. Concretament per al 2020 el parc eòlic espanyol va tenir un factor de càrrega global del 23%.

Aquest és un punt important que malauradament alguns obliden quan intenten reduir les contribucions al mix elèctric a pura aritmètica comptable. Una bona gestió de la xarxa elèctrica necessita una reserva de potència plenament regulable que permeti la participació de l'energia eòlica. Als inicis de la seva implantació, aquesta reserva plenament regulable era, i encara avui és, d'una magnitud considerable i per tant, la incorporació de noves centrals eòliques exigeix comptar-hi. Les consideracions sobre el soroll que genera, la seva interacció amb la vida de les aus i l'impacte en el paisatge constitueixen altres punts negatius que cal tenir en compte. Poden sorgir punts febles addicionals, si anem a una utilització massiva d'aquesta energia, com ara la impossibilitat de noves ubicacions en proximitat del consum o l'escassetat dels materials necessaris per a la fabricació d'aerogeneradors.

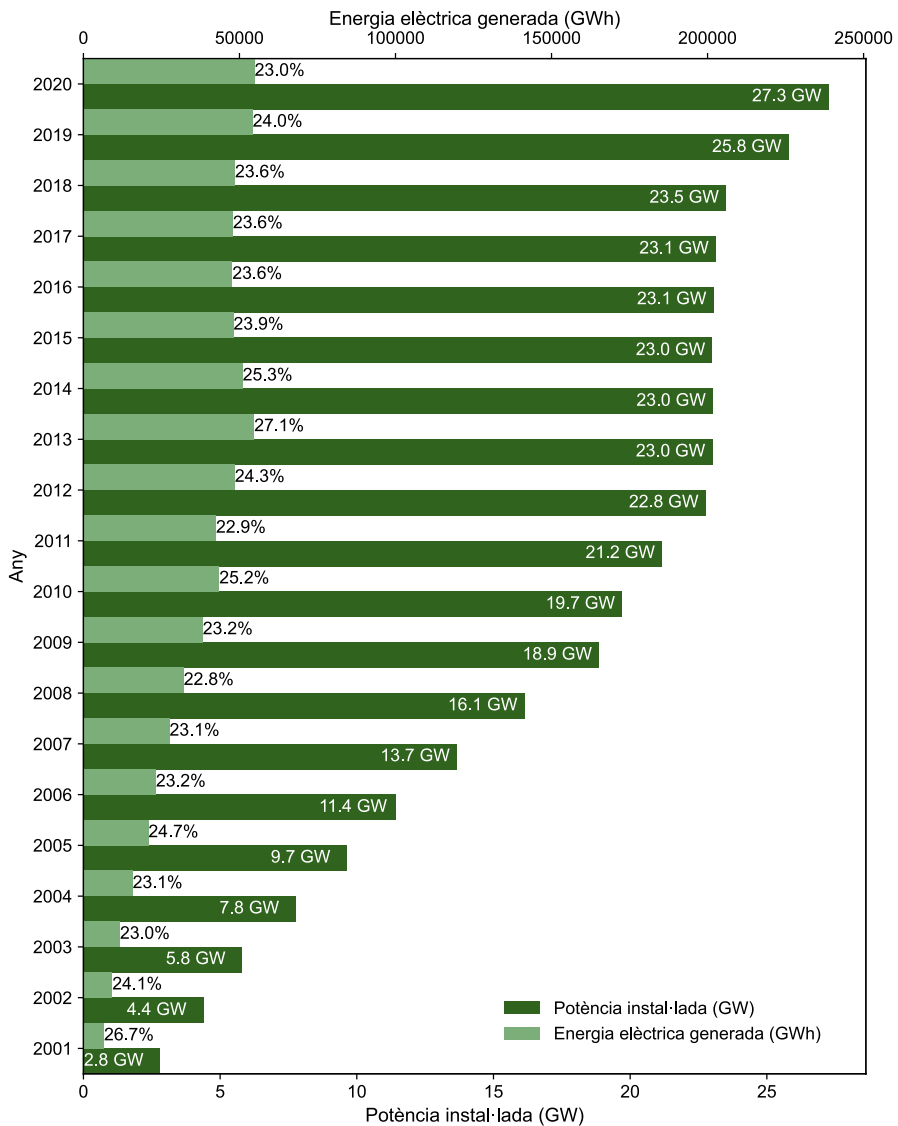


Figura 6. Factor de càrrega del parc eòlic espanyol 2001-2020. S'aprecia un gran increment de la potència instal·lada entre els anys 2001 i 2012, mentre que el factor de càrrega es manté estable al voltant del 24%.

L'energia solar té com a punt fort essencial el seu potencial enorme. És molta, és moltíssima l'energia que ens arriba del sol i aquest fet ha de ser adequadament aprofitat. Aquesta afirmació fa pensar en la conveniència de preparar per a l'energia solar una implementació sòlida i meditada que permeti fer front un a un als seus punts febles capitals. Entre aquests hi trobem: la baixa densitat energètica, la intermitència i el baix rendiment en la seva opció fotovoltaica. Aviat en parlarem.

L'energia solar, a més de ser aprofitada en multitud de processos naturals com ara la fotosíntesi o els fenòmens associats a la pluja, s'utilitza també per iniciativa humana de forma passiva i activa. La major part dels seus usos passius estan relacionats amb l'arquitectura i l'edificació, i per bé que rarament entren explícitament en els balanços energètics, són fonamentals sobretot a l'hora d'assolir bons resultats en eficiència energètica. Inclouen elements com ara: murs de vidre, masses i aïllaments tèrmics, espais solars o refredaments passius per circulació natural d'aire. Entre els aprofitaments actius, hi tenim els d'ús tèrmic i el fotovoltaic. L'un i l'altre poden ser domèstics o industrials.

L'aprofitament tèrmic de l'energia del sol en l'àmbit domèstic utilitza normalment captadors o plaques formades per una sèrie de tubs paral·lels per on circula un cabal d'aigua o d'un altre líquid que s'escalfa per absorció directa de la radiació solar. Es treballa normalment a temperatures relativament baixes. Aquesta aigua calenta es destina, mitjançant un sistema de distribució i algun element d'emmagatzematge, a cobrir totalment o parcialment les necessitats domèstiques d'aigua calenta o de calefacció.

L'ús tèrmic industrial sol ser lleugerament més sofisticat per poder treballar a temperatures més altes. La clau d'aquesta utilització està en una concentració de la radiació solar prèvia a la captació pel fluid actiu. El sol incideix en uns concentradors o miralls, normalment cilindroparabòlics que redirigeixen una quantitat important de radiació cap el captador on circula el fluid actiu que sol ser oli o sals foses. Donades les temperatures de treball, l'emmagatzemament és més eficient. L'energia calorífica produïda s'incorpora al procés industrial seguint el seu disseny específic. En aquest grup d'aprofitaments tèrmics, s'hi solen incloure també les centrals solars termoelectriques, que utilitzen un nombre gran de concentradors amb capacitat de donar lloc a un cabal considerable de fluid viu calent que valdrà per produir un vapor amb qualitat suficient i, a partir, d'aquí electricitat. Als Estats Units, a Califòrnia i concretament al desert de Mojave hi ha diverses centrals d'aquest tipus i val la pena citar-ne unes quantes característiques. Vegeu la taula 4.

Lloc	Ivanpah	Barstow
Potència elèctrica	392 MW	250 MW
Energia elèctrica anual	-	617 GWh
Captadors	170000 miralls	2200 col·lectors
Extensió total ocupada	3500 acres	2 milles ²
En km ²	14.161	3.2
Superfície col·lectors	-	1500000 m ²

Taula 4. Característiques de les centrals de Mojave: Ivanpah i Barstow

L'aprofitament fotovoltaic consisteix a convertir l'energia solar directament en energia elèctrica. La conversió es basa en l'anomenat *efecte fotoelèctric*. Proposo que tornem per un moment a aquell món microscòpic dels electrons cercant, no el rigor físic, però si més no, una imatge que ens permeti reforçar la idea! Hi ha materials conductors i aïllants. Els primers permeten la lliure circulació dels electrons; els segons, no. Entre els conductors hi tenim els metalls com ara el coure de molts cables elèctrics... De manera semblant, hi ha un tercer tipus de materials, anomenats *semiconductors*. Aquests, sota la incidència de llum d'una certa longitud d'ona, alliberen electrons. Els electrons alliberats són de resultes portadors de l'energia incident ara en forma d'electricitat que aprofitarem de la manera com tradicionalment ho fem tancant el circuit i entrant en l'electrotècnica clàssica. A més radiació solar, obtinc més electricitat. Entre aquests semiconductors hi tenim el silici i l'arsenur de gal·li com els més utilitzats a les cel·les fotovoltaïques. Anomenem *cel·la fotovoltaica* a la mínima unitat de captació que sol tenir un diàmetre des d'1 cm fins a 10 cm i una potència d'1 W a 2 W. Les cel·les s'agrupen formant plaques fotovoltaïques, que són el producte que es comercialitza. Abans d'ultimar algun detall tècnic significatiu de l'energia solar, crec que val la pena entrar en el que abans hem assenyalat com als seus punts febles capitals.

Comencem per la baixa densitat energètica de la radiació solar. El valor absolut de la potència solar per metre quadrat o irradiància abans de penetrar a l'atmosfera és de 1367 W/m^2 . Aquest és el valor de partida de tot aprofitament solar. A partir d'aquí, vindran els efectes d'atenuació atmosfèrics, els de la posició relativa de la terra respecte al sol, els dels apantallaments i els dels rendiments dels convertidors. Se sol considerar un punt feble simplement perquè valors més grans permetrien un aprofitament millor. Els inconvenients que deriven de la baixa densitat energètica afloren sobretot a l'hora de convertir en solars subministraments energètics tradicionalment concebuts per a una altra font d'energia i voler fer-ho amb la superfície de captació disponible. Quan aquesta és adequada a la potència necessària, l'opció solar podrà ser implementada sense problema. En zones desèrtiques de molta insolació serà molt avantatjosa. Les dificultats sorgiran en la utilització domèstica en zones altament poblades. Per a grans subministraments, es necessitaran grans parcs solars que poden ser difícils d'ubicar.

Continuem per la intermitència. Aquesta característica també afecta tant els aprofitaments tèrmics com fotovoltaïcs i respon a dues grans causes: el moviment de la terra respecte del sol i l'apantallament a causa de fenòmens atmosfèrics com ara els núvols. El primer genera poca incertesa i ha estat estudiat en profunditat considerant angles d'incidència i atenuacions. De resultes, es coneix amb relativa facilitat la predicció de la radiació solar en absència d'inconvenients meteorològics en funció del dia, de l'hora i del punt del planeta on siguem. Aquests coneixements permeten un posicionament eficient del captador o el disseny d'un seguiment au-

tomàtic mitjançant el qual captadors i concentradors troben mecànicament el seu encarament òptim a cada instant. Pel que fa a l'apantallament per fenòmens atmosfèrics, la incertesa és la pròpia de la predicció meteorològica. Malgrat tot, hi ha bones estadístiques, si més no, de valors d'energia solar rebuda integrada per metre quadrat en un any ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ any})$). Per una ubicació com ara Barcelona, aquesta xifra, utilitzant valors mitjans dels darrers anys, és $1662 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ any})$ en posició horitzontal, $1969 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ any})$ per a la inclinació òptima i podria arribar al valor de $2637 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ any})$ en cas d'implementar un seguiment en funció de la posició del sol. La intermitència es manifesta com a punt feble en la seva utilització en xarxes elèctriques com l'actual, on presenta inconvenients semblants als de l'energia eòlica i necessita el suport d'altres fonts més estables i plenament regulables. La intermitència també es manifesta en instal·lacions aïllades de la xarxa, per bé que l'efecte d'aquesta feblesa es redueix mitjançant bateries elèctriques en el cas fotovoltaic i acumuladors de calor en el cas tèrmic. A efectes de balanços, és important tenir present la intermitència solar, ja que dona lloc a factors de càrrega bastant limitats. Les dades observades mostren valors entre 10% i 30%. El factor de càrrega registrat al conjunt de tot Espanya per a l'any 2020 va ser de 16.3%.

Un altre inconvenient seriós és el baix rendiment de la transformació fotovoltaica que se situa entre el 16% i el 20%. La imatge del fenomen microscòpic, que hem establert anteriorment, ens pot ajudar a intuir del dificultats de la transformació. Si solament la llum d'una certa longitud d'ona es transforma en electricitat i la llum solar és una barreja de llums diverses, una fracció relativament important d'aquestes llums acabarà escalfant l'ambient i no sumant-se a la transformació. Aquesta fracció d'energia rebutjada en l'àmbit de la mateixa cel·la ens porta a rendiments com l'esmentat. El rendiment del captador ha de permetre calcular els $\text{kWh}_{\text{elèctrics}}$ que podríem obtenir a partir d'una determinada quantitat de $\text{kWh}_{\text{solars}}$.

El càlcul més rellevant en el disseny d'una instal·lació fotovoltaica és el que permet inferir la superfície de captació necessària. A continuació, es mostren els resultats d'un primer càlcul temptatiu fet per a l'opció d'angle òptim i per un rendiment mitjà.

$$(1969 \text{ kWh}_{\text{solars}}/(\text{m}^2 \text{ any})) \times 0.18 \text{ kWh}_{\text{elèctrics}}/\text{kWh}_{\text{solar}} = 354 \text{ kWh}_{\text{elèctrics}}/(\text{m}^2 \text{ any})$$

De forma més tangible: una llar com la de l'exemple plantejat anteriorment, amb un consum anual de $4000 \text{ kWh}_{\text{elèctrics}}$ que disposi de prou bateries per emmagatzemar l'energia elèctrica després de produïda i recuperar-la quan la necessiti, haurà de comptar també amb una superfície de captació solar de:

$$(4000 \text{ kWh}_{\text{elèctrics}}/\text{any}) / (354 \text{ kWh}_{\text{elèctrics}}/(\text{m}^2 \text{ any})) = 11.3 \text{ m}^2$$

Incerteses diverses fan que aquest càlcul bàsic sol ser considerat com un límit inferior i se solen recomanar altres aproximacions. Una altra opció és fer el mateix

càlcul partint de les dades de radiació del mes de l'any menys avantatjós i orientar els panells amb el seu angle òptim. Aquesta segona, en igualtat de la resta de paràmetres hauria donat una superfície de 21.1 m². A la pràctica, cada expert cobreix les incerteses seguint el seu procediment d'enginyeria i les seves justificacions. Les superfícies de captació recomanades habitualment solen ser clarament més grans que la primera opció i normalment pròximes a la segona.

$$21.1 \text{ m}^2 / 4000 \text{ kWh}_{\text{elèctrics}} = 21.1 \text{ m}^2 / 4 \text{ MWh}_{\text{elèctrics}} = 5.275 \text{ m}^2/\text{MWh}_{\text{elèctrics}}$$

O bé:

$$4000 \text{ kWh}_{\text{elèctrics}} / 21.1 \text{ m}^2 = 190 \text{ kWh}_{\text{elèctrics}}/\text{m}^2$$

Considerarem, doncs, 5.275 m² una primera aproximació del valor de la superfície de captació que permet produir al cap de l'any a la latitud de Barcelona una energia d'1 MWh_{elèctrics}. O bé, en les mateixes condicions, per cada m² de captació obtindré 190 kWh_{elèctrics} anuals.

Un altre raonament que pot ser interessant és el que segueix. Es tracta d'intentar caracteritzar un tot-fotovoltaic ideal i, per tant, inferir els m² necessaris per càpita per produir al cap de l'any la mateixa energia d'aquesta manera. Òbviament, produir la mateixa energia, ja ho hem vist, no vol dir substituir el servei donat. Per aconseguir la substitució plena s'hauria de complementar la producció amb l'emmagatzemament corresponent o amb el suport d'alguna font d'energia veïna o centralitzada. En aquest cas, aprofitem també els resultats del càlcul mostrat anteriorment relatiu al tot elèctric. Aleshores hem dit que 14.8 MWh/any era el valor per càpita corresponent.

$$14.8 \text{ MWh/any} \times 5.275 \text{ m}^2 / (\text{MWh/any}) = 78.1 \text{ m}^2$$

L'objectiu d'aquesta part del text i dels càlculs que conté és contribuir a l'enteniment dels fenòmens involucrats i captar la seva importància relativa. És important recordar que estem parlant d'ordres de magnitud. Per tant, si en aquest context Catalunya dediqués de l'ordre de 80 m² per habitant a la captació solar, aconseguiria produir al cap de l'any, amb les limitacions citades, tota l'energia necessària. Hem fet un càlcul simple que reforça i aglutina alguns conceptes anteriors. El càlcul parteix d'un escenari limitat i concret i no incorpora ni l'emmagatzemament necessari ni factors de qualitat diversos com els que són habituals en els procediments d'enginyeria, per tant, el resultat pot considerar-se com una primera aproximació que dona un ordre de magnitud. Més endavant en farem una valoració. Igual que en altres ocasions, el lector pot enriquir aquests resultats pensant en valors diversos dels paràmetres utilitzats.

A més dels citats fins ara, l'energia solar mostra alguns altres punts a comentar. Fins ara hem vist els més rellevants, tant forts com febles. Hi ha més factors a considerar. Entre els forts addicionals hi trobem els que segueixen. La versatilitat a l'hora triar el captador adient a cada situació és un aspecte positiu, realment hi ha captadors ideals per a consums domèstics, n'hi ha per a consums mitjans i grans, i també n'hi ha per als parcs solars. També els costos de producció i de manteniment són avui ja raonables. Els panells són nets i silenciosos.

Entre els punts febles addicionals hi trobem l'impacte en el paisatge i l'eventual escassetat dels materials de fabricació. Els parcs solars, segons es planifiqui la transició energètica, poden tenir superfícies difícils d'ubicar en funció del consum a què van destinats, de l'entorn i dels usos establerts del sòl. Poden entrar, i de fet entren, en competència amb l'agricultura i el bosc. En efecte, en ocasions aflora algun conflicte que enfronta el camp fotovoltaic que necessita el sol per funcionar, amb el camp de conreu que el necessita per fer créixer el seu producte i amb el bosc que, entre altres coses, contribueix a la captura del CO_2 . Per bé que les coses són diferents segons el territori i avui no semblen crítiques, s'ha de considerar l'encaix entre aquests tres usos del sòl. Pel que fa a la fabricació de les plaques solars, requereix materials com ara el gal·li, el germani, l'indi o el tel·luri. Tots aquests materials avui semblen disponibles abundants i barats. El desplegament massiu d'energia solar pot canviar les coses i donar lloc a algun encariment afegit o fins i tot a especulacions i bloquejos.

L'energia hidroelèctrica és antiga i coneguda. En el seu temps va ser una gran troballa. Les centrals hidroelèctriques aprofiten l'energia potencial de l'aigua situada en un embassament a nivell alt i la transformen en energia, primer mecànica dels àleps de la turbina hidràulica i després en elèctrica a l'alternador. Els punts forts d'aquesta tecnologia són atractius i s'afegeixen als comuns amb totes les renovables. Tecnològicament, és simple, és fàcil d'engegar i aturar, és fàcil d'automatitzar i moltes poden ser utilitzades regulant potència en funció de les necessitats i de la disponibilitat d'aigua. Les turbines hidràuliques són màquines conegudes, optimitzades i n'hi ha gran varietat per satisfer punts de producció de característiques molt diverses de salt d'aigua i cabal. Els factors de càrrega de les centrals hidroelèctriques varien molt segons la seva ubicació, les polítiques d'aigües i les sequeres. A Espanya tenim xifres entre 12.3% i el 22.8%. Vegeu la figura 7.

Les polítiques d'expansió de les centrals hidroelèctriques van o haurien d'anar de la mà de les de gestió d'aigües. Hi ha molta feina a fer en molts països en aquest aspecte. L'aigua és un bé indispensable i val la pena que, aquelles regions del món que estiguin començant a gestionar-la amb modernitat, ho facin aprofitant l'experiència dels països més avançats. Parlo tant de l'experiència positiva, repetint allò que funciona, com de la negativa, evitant errors originats per eufòries fora de lloc. Un subproduc-

te enormement interessant de les infraestructures d'aigua i centrals hidroelèctriques és aconseguir regular el cabal dels rius per tal de controlar inundacions i assegurar l'ecologia associada. Aquest és un rar exemple en què, paradoxalment, observem un impacte positiu de la intervenció humana sobre la naturalesa.

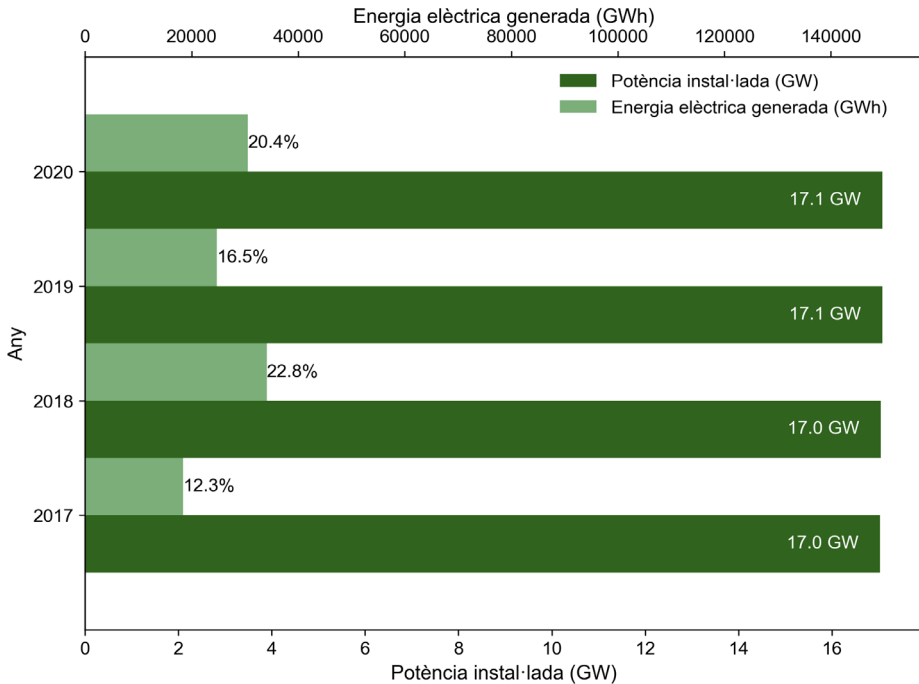


Figura 7. Factors de càrrega de les hidroelèctriques espanyoles 2017-2020. Mentre la potència instal·lada gairebé no ha variat, l'energia elèctrica generada ha seguit les polítiques d'aigua i les sequeres.

També té algun punt feble. La seva dependència de la disponibilitat d'aigua és total. Les regions del món que tenen aigua a dojo solen utilitzar centrals hidroelèctriques preferentment. Noruega i el Quebec en són un bon exemple. En els moments de la seva implantació, va produir algun dany al medi ambient i desplaçaments de població i d'activitat sobretot agrícola i ramadera. A les regions on encara hi ha implantacions a decidir, la controvèrsia serà present. Un altre punt és el risc de preses fallides. N'hi ha hagut a la història amb autèntiques catàstrofes. El progrés ens ha portat afortunadament a construccions més fiables. Poca expansió s'espera en el futur a les regions del món que ja van fer la seva implantació en el passat.

La biomassa ha existit sempre, abans se'n deia *llenya*! Aquesta afirmació, malgrat la seva aparent contundència, no és exacta, però té una part important

de veritat. No és exacta perquè, a més de la biomassa forestal, que podria rebre el nom de llenya, tenim la biomassa de subproductes agrícoles, els cultius energètics, el biogàs i potser algun altre. Els biocombustibles són substàncies obtingudes en processos biològics i que tenen uns poders calorífics pròxims als dels combustibles clàssics. Els més comuns són el biodièsel i el bioetanol. Són pràcticament utilitzables en els motors actuals. El punt feble dels biocombustibles és la magnitud de l'extensió del terreny necessari per produir-los. El vehicle privat mitjà espanyol que fa 12000 km/any necessitaria una extensió de 0.320 ha (3200 m²) de blat de moro dedicades exclusivament a produir el seu combustible. Si es volgués produir biocombustible per alimentar la totalitat del parc de vehicles privats d'Espanya es necessitaria una superfície de 8 milions d'hectàrees que significarien tant com el 65% de les terres de cultiu. Quan globalment intentem valorar les possibilitats d'expansió de la biomassa, els estudiosos ens diuen que això s'ha de fer amb compte. Estem parlant de quelcom que localment pot tenir sortida i resoldre algun problema, no som davant de cap gran potencial energètic.

També hi ha consideracions socials a fer, pel que fa a la substitució dels convertidors domèstics que utilitzen combustibles fòssils per altres que facin servir energia solar-tèrmica i biomassa. És una substitució viable i que en alguns entorns ens entusiasma. Portar-la a terme amb realisme i ambició vol dir tenir present l'àrea de captació solar en l'àmbit domèstic i la superfície de bosc o de cultius energètics regenerables a la regió. Una situació «idíl·lica» mediterrània podria ser la que trobem en un habitatge rural, que necessiti calefacció només uns pocs mesos cada any, amb una àrea de captació solar sobrada i amb un bosc pròxim regenerable que produeix la biomassa (o llenya) suficient per completar els usos tèrmics de la llar. És obvi, la casa i la comarca en qüestió han d'aprofitar la seva situació i els seus habitants tenen dret a l'entusiasme. Si volem parlar amb realisme i ambició de l'extrapolació d'aquesta situació idíl·lica, haurem d'afinar els càlculs per a les situacions d'altres habitats rurals i urbans, de la mediterrània, del tròpic i de totes les regions del món.

En el futur haurem de tolerar, una mica o un bon tros, paisatges amb aerogeneradors i amb camps solars. Avui el ciutadà sol ser una mica estricte quan es tracta d'ubicar aquest tipus d'instal·lacions. En primera aproximació, hem de seguir sent estrictes, ja que el paisatge és un bé de tots que cal conservar. El fet que s'ha de tenir present és que en funció de la solució adoptada localment, el nombre d'aerogeneradors i camps solars necessaris segons la política acordada pot esdevenir en algun cas molt gran. En algun altre cas ens podem trobar amb comunitats que simplement no puguin fer front al problema i d'altres que hagin de negociar amb comunitats veïnes per trobar una solució de cooperació.

2.2.4. L'emmagatzemament d'energia

Hi ha diverses maneres d'emmagatzemar energia. Entre aquelles que són operatives ja avui, les més conegudes són: les instal·lacions hidroelèctriques de bombeig i les bateries elèctriques. També s'emmagatzema energia dins de determinats processos utilitzant volants d'inèrcia o instal·lacions d'aire comprimit. Confiem que el futur pròxim ens porti també a una utilització massiva de les tecnologies de l'hidrogen que actualment proporcionen una possibilitat d'emmagatzemar energia que podem qualificar de prometedora.

Les instal·lacions hidroelèctriques de bombeig són centrals hidroelèctriques reversibles que, igual que transformen energia potencial de l'aigua en electricitat, poden fer inversament i bombejar aigua des d'un embassament inferior a un de superior i funcionar com a magatzem d'energia. Estan concebudes per cobrir hores de gran consum amb energia emmagatzemada en hores de baix consum (hores vall). El rendiment global de la transformació elèctrica-potencial-elèctrica en instal·lacions que impliquen bombeig és de l'ordre del 80%.

Les bateries elèctriques o piles emmagatzemen energia química. Es basen en la transformació normalment reversible d'energia elèctrica en química en el procés de càrrega i d'energia química en elèctrica en el procés de descàrrega. Permeten alimentar aparells que consumeixin electricitat sense necessitat de tenir-los connectats a la xarxa. N'hi ha de capacitats molt diverses. En el passat només hi havia bateries aptes per a llanternes, joguines, aparells de ràdio, petits electrodomèstics o ordinadors. Avui han progressat enormement i n'hi ha de vàlides per alimentar bicicletes o vehicles elèctrics. Combinades amb els generadors d'energies renovables, enforteixen de forma solvent la possibilitat emmagatzemar l'energia produïda en hores productives i per tal d'utilitzar-la en hores no productives. El rendiment global de la transformació elèctrica-química-elèctrica en bateries o piles és de l'ordre del 70%.

Si tornem per un moment a la llar de l'exemple que consumia 4000 kWh anuals i la pensem com a aïllada de subministraments elèctrics, el nombre i la capacitat de les bateries necessàries seria en funció sobretot dels dies d'autonomia requerits. Orientativament, per tenir una autonomia de l'ordre de 10 dies a la llar en qüestió, tenint en compte balanços i rendiments, necessitaríem unes 60 bateries de 250 Ah de 12 V.

Coneixem amb el nom de *tecnologies de l'hidrogen* un seguit de tècniques relatives a la seva producció i a la seva utilització com a combustible de forma directa o indirecta. L'hidrogen no està disponible a la naturalesa per tant no és pròpiament una font d'energia primària. La seva rellevància en el context energètic aflora quan combinem adequadament producció, que consumeix energia, amb posterior utilització que en recupera una part. El resultat d'aquest tractament coordinat és que les tecnologies

de l'hidrogen proporcionen una funció d'emmagatzemament d'energia i per aquest fet les incloc en aquest apartat. Per bé que he anunciat que, a causa del seu nivell de desenvolupament i de la celeritat en què necessitem descarbonitzar la producció energètica, se'n parla poc, crec que val la pena aportar algunes idees sobre els seus punts forts i febles. La seva producció és encara un punt feble. L'hidrogen es produeix o bé a partir de combustibles fòssils com el gas natural o el carbó, o bé per l'electròlisi d'aigua mitjançant electricitat. En alguns dels primers mètodes, hi ha una bona experiència de producció massiva però perden tot interès en el context de la descarbonització en què estem. L'electròlisi de l'aigua mitjançant electricitat pot ser una opció si tenim present un tractament correcte per al seu rendiment que és reduït. Hi ha altres mètodes, com ara els químics, els tèrmics i fins i tot els de fermentació. Cap d'aquests últims és prou significatiu en el context en què estem. La posterior utilització com a combustible mostra també avantatges i inconvenients. Dues de les seves forteses són clares i evidents. La primera és que el cremat de l'hidrogen és net, ja que el residu de la seva combustió és aigua. La segona és que un dels convertidors energètics involucrats, l'anomenada cel·la de combustible, assoleix molt bons rendiments gràcies al fet que transforma directament l'energia química en energia elèctrica sense necessitat de recórrer a una combustió tradicional. Altres avantatges són la seva elevada densitat energètica o la seva alta temperatura de flama, que el converteix en candidat a ser utilitzat en un futur a la siderúrgia. L'inconvenient principal està en la complexitat de les tasques relatives a la seva manipulació. Això és degut a la seva facilitat d'ignició i de fuga o la seva capacitat per fragilitzar metalls a utilitzar en els recipients i les canonades que ens permetin manipular-lo. Es tracta, però, d'un inconvenient tècnicament resolt en el camp de la indústria química i petroquímica en què hi ha una experiència ferma i consolidada.

Entre les tecnologies de l'hidrogen i en el context de la transició energètica, és oportú citar la conversió d'electricitat en gas o Power-To-Gas (P2G). El primer pas d'aquesta iniciativa és també obtenir hidrogen a partir de l'electròlisi de l'aigua mentre que el segon és la metanització. Això és obtenir metà a partir d'hidrogen i CO_2 . Seguint aquesta tècnica, aconseguim que una energia elèctrica creada en qualsevol moment pugui ser emmagatzemada en l'estructura molecular d'un gas conegut com el metà i pugui ser recuperada quan convingui per mètodes també coneguts com ara utilitzant els convertidors en què habitualment el cremem. La iniciativa té una lògica i un plantejament interessants que a més ajuda a disminuir la petjada de CO_2 . Se sosté en tècniques de les quals hi ha una notable experiència i hauria de permetre reutilitzar algunes infraestructures existents de l'àmbit del gas. Respecte a la utilització de l'hidrogen ja referida, el metà presenta una gran facilitat de manipulació. L'inconvenient de la iniciativa és el fet que el rendiment global de la transformació implicada elèctrica-química-elèctrica és de l'ordre del 30%. Aquest inconvenient seria fonamental i potser inhabilitaria la iniciativa si no fos perquè està pensada no per produir massivament, sinó per valoritzar excedents d'energia elèctrica que d'altra manera es perdrien.

2.3. Les centrals nuclears

2.3.1. Consideracions generals

Ja hem anticipat una mica què és una reacció de fissió. Torna a ser un trencar una estructura en aquest cas microscòpica. Les partícules que componen un nucli d'urani (neutrons i protons) es mantenen juntes gràcies a unes forces (les forces nuclears) molt intenses però d'un abast molt reduït. Recordem que parlem de fenòmens que tenen lloc en una escala un milió de milions de vegades més petita que la percepció humana. Quan trenquem aquesta estructura gràcies a fer que un neutró incideixi en el nucli d'urani, obtenim 2 nuclis més petits (productes de fissió), diversos neutrons (entre 2 i 3) i molta energia. Tot és tan petit que necessito 30000 milions de fissions cada segon per produir 1 watt. Fixem-nos en un altra cosa: la fissió és produïda per un neutró, però de resultes de la fissió es produeixen 2 o 3 neutrons! Si gestionem aquest fet correctament podem aconseguir que 1 (i només 1) dels neutrons eixits de la fissió d'un nucli d'urani provoqui una nova fissió en un altre nucli d'urani. Aquest fet, s'anomena *fissió en cadena* i s'aconsegueix fàcilment dissenyant el reactor nuclear amb aquest propòsit.

El reactor nuclear és, doncs, un entorn o una màquina on es desenvolupa la fissió en cadena. El combustible en una central tèrmica arriba per un tub, es crema en un cremador com a la caldera de casa i produeix calor i fums també com a casa. El combustible en una central nuclear acostuma a ser urani (òxid d'urani) en estat sòlid, disposat a l'interior d'unes barres cilíndriques d'un diàmetre aproximat d'1 centímetre i d'uns 3,5 metres d'alçada. En un reactor hi ha unes 40000 barres combustibles. Dissenyant i operant el reactor aconseguim d'alguna manera governar des de l'escala humana o macroscòpica aquest comportament microscòpic de la matèria que ens sembla tan llunyà. Novament la confiança en els estudiosos passa a ser indispensable. L'energia despres a les fissions que tenen lloc a les barres d'urani, escalfen la barra que transmetrà la calor a un refrigerant principal i a partir d'aquest punt la central nuclear s'assembla enormement a una central termoelèctrica. El refrigerant principal produirà directament o indirectament vapor que s'expansionarà en una turbina que bellugarà un alternador. A efectes de cercar una imatge intuïtiva, podríem dir que una central nuclear és una central tèrmica amb una «caldera diferent»!

Aquesta «caldera diferent» compleix la seva funció essencial de produir vapor sense ni fum ni CO_2 ! Les centrals nuclears són una font d'energia descarbonitzada perfectament útil per col·laborar a la neteja de l'atmosfera fent front al canvi climàtic. Val la pena recordar què entenem per *font descarbonitzada* en l'ànim d'evitar malentesos. El CO_2 produït per una central nuclear, igual que abans hem vist per altres centrals, no és un zero rodó, però tal com s'ha dit anteriorment és molt correcte considerar-ho així.

Hi ha dos apunts funcionals que resulten oportuns. Són relatius a la disponibilitat i a la flexibilitat d'operació. Pel que fa a la disponibilitat, el factor de càrrega de les centrals nuclears sol ser bastant alt. L'any 2019, les xifres de les centrals espanyoles van ser: 90.1% de mitjana entre un mínim de 80.71% i un màxim de 99.81%. La flexibilitat d'operació d'aquestes centrals es manifesta en xarxes elèctriques com ara la francesa on són utilitzades, entre altres coses, per fer seguiment de càrrega i constitueixen una potència que contribueix de forma eficaç a la regulació i que ajuda a produir estabilitat de funcionament. A Espanya, avui, això no es fa i és correcte no fer-ho, a causa de la limitada potència nuclear instal·lada. En qualsevol cas, el disseny de les actuals centrals nuclears espanyoles, incloent-hi el dels seus sistemes de control, permet perfectament el seguiment i fan que la seva potència pugui contribuir a la regulació. En tornarem a parlar quan abordem la contribució nuclear al mix energètic.

També hi ha dos apunts econòmics, relatius a costos i participació espanyola, que convé comentar. Estudis econòmics duts a terme per organitzacions solvents estableixen que l'electricitat d'origen nuclear és competitiva en cost amb les altres formes de generació, amb l'excepció de la producció amb fòssil de baix cost. Aquests estudis solen puntualitzar que els efectes de tenir uns costos de capital grans i un temps llarg de construcció de la central són compensats per uns costos de combustible menors. Pel que fa a la participació espanyola, és notable tant al cost de la central, com al seu manteniment i operació i al seu combustible. Les tres partides tenen, en efecte, alguna participació espanyola. El cost de les centrals construïdes a la dècada dels vuitanta va tenir una contribució espanyola de l'ordre del 70%. Aquesta xifra podria millorar avui atès el progrés de la nostra capacitat d'enginyeria i fabricació. El manteniment és pràcticament espanyol. Pel que fa al combustible, importem una partida destacada, és a dir, l'urani enriquit, però la fabricació es fa a Espanya. El temps de construcció de les centrals nuclears de generació II, tradicionalment, ha tingut una forta dependència del nivell tecnològic específic del país en qüestió i normalment ha estat llarg (entre 5 i 10 anys). Aquests temps es redueixen també en centrals de nova generació. Aquestes xifres de cost i temps de construcció contrasten enormement amb les d'una central tèrmica de carbó, petroli o gas, en les quals el cost de la central i el manteniment i operació són limitats; per contra, el combustible totalment d'importació constitueix la part més important del cost. El temps de construcció de la central és clarament més curt.

Les centrals nuclears tenen dos temes que avui inquieten molts i això convé tenir-ho molt present: la seguretat i el destí final del combustible emprat. Cada vegada que fissionem o trenquem un nucli d'urani per tal d'obtenir energia, generem dos nuclis més petits que són inestables (o radioactius) i, per tant, emeten partícules microscòpiques i es transformen en altres espècies nuclears o descendents del conjunt dels nuclis originals. Del conjunt dels descendents en diem *productes de fissió*.

Conforme el reactor va funcionant es van consumint nuclis d'urani i es van generant productes de fissió. El disseny del reactor preveu que aquests productes siguin generats de forma confinada, això és, tancats dins l'estructura sòlida del combustible que, conforme avança l'explotació, es va omplint de substància radioactiva. Addicionalment per disseny, també hi ha diverses barreres redundants que assegurin que aquesta radioactivitat no arribi al medi ni a les persones. La seguretat nuclear té com a objectiu principal assegurar aquest fet.

2.3.2. Seguretat de les centrals nuclears

La seguretat de les centrals nuclears vol algun comentari previ. La meua vida professional s'ha mogut gairebé sempre en l'entorn de la seguretat i la seguretat nuclear. Totes dues són disciplines d'enginyeria. La primera es defineix com a lluita contra el risc de produir un dany físic a les persones. La segona concreta aquesta lluita en l'àmbit de les centrals nuclears. Està àmpliament reconegut que totes dues comporten, a més d'una enorme càrrega tecnològica, una important càrrega humana. En el llibre *El camí de la conversa* (Francesc Reventós i Puigjaner), caracteritzo els trets més rellevants del significat i dels objectius de l'estudi del risc, així com els detalls inherents a la lluita contra el risc. Hi exposo també les dificultats del debat al voltant del risc i la necessitat de professionalitzar-ne el tractament. La societat moderna ho ha entès així i moltes o gairebé totes les àrees de la indústria tenen els seus experts en prevenció que assisteixen els tècnics dels projectes i els responsables de les instal·lacions i de les activitats que s'hi desenvolupen per tal que la seva lluita contra el risc esdevingui eficaç. Hi ha més coses a dir i a destacar d'aquest àmbit. La societat moderna ha dedicat un esforç important a la seguretat pensada com a seguretat prevencionista i afortunadament ha aconseguit consolidar-ne l'èxit amb resultats. Avui podem dir que tenim bons professionals de la seguretat, fa 50 anys no era el cas! Parlem de l'activitat que parlem, avui hi ha tècnics que dominen la pràctica de les consideracions necessàries per tal de produir una seguretat raonable per a les activitats que podrien donar lloc a accidents. El prevencionisme en l'àmbit del risc és una activitat molt consolidada i el seu perfeccionament vol una especialització que va més enllà de l'enginyeria de la producció que tenim entre mans. Hi trobem, a més de professionals de l'enginyeria, de la medicina del treball i dels oficis implicats, que potser són els tres grups que més aporten, especialistes amb altres coneixements bàsics com ara psicosociòlegs, experts en pedagogia d'adults o fins i tot experts en lleis. La reflexió conjunta del col·lectiu multidisciplinari sol concloure en relació amb la idoneïtat de les mesures preses per tal de garantir, per a l'activitat en qüestió, un nivell de seguretat raonable. Quan la societat moderna afirma que està davant d'un risc tolerable en referència a una tecnologia o una activitat concreta és perquè ha donat la paraula a l'expertesa multidisciplinària citada i aquesta ha avalat l'afirmació. La seguretat de les centrals nuclears disposa, com la majoria de les àrees de la indústria moderna, de grups d'especialistes que compleixen els requisits esmentats i poden donar les garanties citades.

La seguretat de les centrals nuclears té un punt de partida que vol atenció. El seu objectiu es defineix en relació amb la radioactivitat o a les anomenades *radiacions ionitzants*. Aquestes radiacions són emeses per substàncies radioactives i podem pensar-les com unes partícules molt petites que segons les seves característiques poden tenir efectes diversos. L'objectiu de la seguretat nuclear és protegir les persones i l'ambient dels efectes nocius de la radioactivitat. La seguretat nuclear ha d'estudiar i gestionar el risc que la radioactivitat arribi a les persones. Una primera manera d'acostar-nos a la caracterització de les particularitats d'aquest risc és comparant-lo amb el risc mecànic i el risc elèctric. El risc mecànic s'explica i s'entén fàcilment, tant si parlem d'escenaris on podem prendre mal per caigudes, cops, ferides per eines de treball, com d'accidents de trànsit. Els sentits i les experiències pròpies o alienes ens ajuden de forma molt directa. La intervenció de l'expert, en l'estudi d'escenaris de risc mecànic, és per descomptat important, però l'aproximació intuïtiva és una gran ajuda per a la comprensió del problema per part de no-especialistes. Les coses són una mica més complexes pel que fa al risc elèctric. Simplificant, però conservant l'essència del fet, hi ha dos tipus d'accident elèctric: l'electrocució i la cremada per arc elèctric. Per bé que els electrons no es veuen, l'electricitat és a moltes llars i l'experiència és prou propera. La petita enramada a causa de l'electricitat estàtica i l'espurna que apareix en alguna anomalia d'algun aparell elèctric són exemples d'experiències que ajuden a introduir la descripció dels accidents d'electrocució o de cremada per arc elèctric. Els sentits, malgrat que no veuen els electrons bellugar-se per dins del conductor elèctric, capten els efectes de les anomalies en qüestió i ajuden a la presa de consciència del risc involucrat. Quan l'expert explica l'accident elèctric, té bons recursos comunicatius per ajudar la seva exposició. En el cas elèctric, la confiança en l'expert és interessant i recomanable, però els sentits i l'experiència ajuden a la comunicació. Les coses són molt diferents quan parlem de radiacions ionitzants. Els sentits ni veuen els nuclis radioactius ni tampoc capten instantàniament l'efecte de la radiació que emeten! No veiem a venir la radioactivitat! Recordem que tot passa a una escala un milió de milions de vegades més petita! En aquest aspecte, la radioactivitat és com el virus! L'expert ens ha explicat com circula i què hem de fer per tal d'evitar-lo! Només la confiança en l'expert ens capacita per lluitar-hi. Quan notem la radioactivitat per la via dels sentits, és possible que el mal ja estigui fet! Qualsevol explicació que vulgui arribar a bon port, doncs, necessita una professionalitat exquisida en el comunicador i una voluntat important en el receptor. El detector de radioactivitat, a més de les seves funcions en l'àmbit de la professió, és sovint utilitzat com una bona eina didàctica que ajudarà a la comunicació del fenomen. Les accions formatives dedicades a comunicar experiència directa amb la radiació solen utilitzar detectors per tal que el participant pugui descobrir-la i mesurar-la. Aquestes experiències es fan o amb radioactivitat natural o amb fonts radioactives de baixa activitat com algunes de les que s'utilitzen en hospitals i sectors de la indústria. En el cas nuclear, com podem veure, la confiança en l'expert és, no solament recomanable, sinó indispensable. Els sentits i l'experiència ajuden ben poc a la comunicació.

En contrapartida, hi ha un fet enormement positiu relatiu a la seguretat dels reactors nuclears que a més a més ajuda realment a la comunicació. Aquest fet és el següent: els nuclis radioactius provinents de les fissions són generats de forma confinada, això vol dir, tancats dintre la pròpia estructura sòlida del combustible nuclear. La tecnologia dels reactors no escampa aquests productes com qui escampa fum! La filosofia general de la seguretat dels reactors nuclears consisteix a mantenir aquest confinament dels productes de fissió afegint barreres de seguretat entre els productes ja confinats i les persones, i protegint adientment aquestes barreres. Així doncs, i malgrat les dificultats eixides del seu punt de partida, la seguretat nuclear aconsegueix estructurar-se eficaçment per tal de gestionar la lluita contra el risc de forma sòlida. Una de les claus d'aquesta estructuració són les barreres de seguretat i les seves estratègies de protecció.

Les *barreres de seguretat* són, doncs, un concepte clau per a la seguretat nuclear. Es tracta d'un concepte agraït perquè, a més de ser fonamental en els desenvolupaments tècnics involucrats, és excepcionalment intuïtiu i per tant la seva explicació pot fer-se de manera simple. Contrasta amb altres conceptes més complexos que completen el bagatge de l'enginyeria de seguretat i dels quals direm alguna cosa en aquesta mateixa secció. En general, en els reactors actuals, les barreres de seguretat són tres: la beina del combustible, el circuit de refrigeració i l'edifici de contenció o del reactor. La beina del combustible és un embolcall fet bàsicament de zirconi que envolta la barra combustible i confina o tanca els productes de fissió que es produeixin. Resisteix bé temperatures de fins a 1200 °C per bé que en condicions de funcionament normal la temperatura de les beines és de l'ordre de 350 °C. La protecció d'aquesta barrera ens obliga a assegurar que la seva temperatura en condicions d'un hipotètic accident es mantingui dins el rang establert. Una sèrie de desenvolupaments d'enginyeria està involucrada en aquest propòsit. El circuit de refrigeració constitueix la segona barrera destinada, de forma redundant amb la primera, a evitar que els productes de fissió arribin a les persones. Aquí hi trobarem també un conjunt de consideracions i càlculs d'enginyeria destinats a garantir l'estanquitat del circuit en els escenaris accidentals de referència. Les seves canonades i components estan dissenyats amb els criteris de seguretat i sismicitat oportuns. Finalment, l'edifici de contenció o del reactor és la darrera d'aquestes barreres redundant novament amb les altres dues. Es tracta d'un edifici de formigó posttensat amb recobriment d'acer a l'interior i amb una estanquitat garantida. Aquest edifici està proveït d'una sèrie d'equips destinats a fer front a l'escenari accidental de referència tot assegurant-ne la integritat. Cada nivell té assegurat el seu desenvolupament d'enginyeria de forma independent.

L'estudi de la seguretat de les centrals nuclears és un ofici complex però enormement interessant i gratificant, probablement com tots aquells oficis que es desen-

volupen amb criteri i honestetat. He conegut moltes persones sensates que han treballat en l'àmbit de la seguretat de les centrals nuclears. Massivament aquestes persones estan convençudes que les centrals són raonablement segures. Algú pot pensar que opinem així perquè el negoci nuclear ens ha pagat el sou. Altres poden pensar que opinem així perquè hem estudiat en profunditat el risc que comporten i hem comprovat que és raonablement tolerable. Jo m'incloc en el grup d'aquests últims. L'ofici en qüestió inclou en general tasques de dos tipus: assistència al disseny i la gestió de la central, i preparació d'estudis de seguretat normalment lligats a l'obtenció de la llicència d'operació.

Entenem per *assistència al disseny i la gestió de la central* el conjunt de tasques que du a terme l'analista de seguretat per tal d'aconseguir que els objectius d'aquesta s'integrin amb els objectius més funcionals i productius de l'enginyeria i de la gestió de la central. La seguretat ha d'aparèixer com una funció integrada en l'activitat general de la central amb una prioritat alta. L'analista defensa que aquest propòsit es manifesti explícitament i eficaçment en totes i cadascuna de les tasques tècniques a realitzar en el disseny i l'operació de les plantes.

Els estudis de seguretat són una pràctica consolidada i un ofici complet. Malgrat ser tasques específiques no trenquen el caràcter integrat de la lluita contra el risc. En general, n'hi ha de dues menes: anàlisi de fenomenologies d'accident i anàlisi de risc. L'anàlisi de fenomenologies, també anomenada de comportament de sistemes, se centra en escenaris accidentals que s'estudiaran en profunditat fins a garantir que el sistema, sense fissures, assegura una sortida airosa de totes i cadascuna de les situacions analitzades. Normalment es treballa amb escenaris hipotètics, situacions que mai no han tingut lloc i que probablement mai no tindran lloc. També s'analitzen incidents i accidents esdevinguts tant a la mateixa central com a altres centrals del món. L'estudi d'uns i altres escenaris conclou, la major part de les vegades corroborant la seguretat de la central, i algun cop establint les accions correctores necessàries perquè així sigui. Un dels productes finals de l'anàlisi de fenomenologies accidentals són els procediments d'operació i d'operació en emergència. Són uns textos que estableixen com ha de ser operada la central segons la situació en què es troba. Són una eina solvent i fonamental que ha permès la implementació d'una filosofia de treball amb garanties de seguretat. L'obtenció de la llicència d'operació i la verificació del disseny de la planta es basen fonamentalment en aquest tipus d'estudi. L'anàlisi de risc avalua la freqüència estimada de l'inici del dany accidental en una determinada barrera de seguretat en funció de la fiabilitat de components, sistemes i accions humanes. Aquesta avaluació, que es fa a partir d'un estudi de faltes, utilitza tècniques acceptades en àmbits diversos i esdevé una gran eina per determinar quantitativament quines modificacions de disseny o de procediment poden donar lloc a una millora més substancial de seguretat. Els resultats de les tasques dutes a terme fan possible la integració de la seguretat en

tots els àmbits i fases de la vida d'una central, en els processos de millora contínua i sobretot l'establiment d'una cultura de seguretat que confereix una alta prioritat a l'esmentada lluita contra el risc.

Una exposició breu d'aspectes essencials dels tres accidents amb més ressò mundial esdevinguts en centrals nuclears i de les accions correctores que van originar a totes les centrals del món ajudarà a completar aquesta visió resumida de la seguretat nuclear. Concretament parlo dels accidents de Three Mile Island (1979), Txernòbil (1986) i Fukushima (2011).

El 28 de març de 1979 va tenir lloc un fet negatiu que finalment va tenir alguna conseqüència clarament positiva. Estic parlant de l'accident a la central de Three Mile Island (TMI). L'obertura inadvertida de la vàlvula d'alleujament de pressió del circuit primari va donar lloc a una pèrdua important del refrigerant primari que va ser una de les causes de l'accident. El refrigerant perdut va ser recollit als embornals de l'edifici del reactor. Els errors més significatius, però, van estar relacionats amb els procediments d'operació i els factors humans. Els operadors no van poder manejar la situació després de diferents malentesos sobre l'estat de la planta i les accions a prendre. El combustible nuclear es va fondre parcialment dins del reactor. La central va quedar inservible però el dany va quedar confinat. L'impacte sobre la població va ser gairebé nul. La indústria nuclear va reaccionar amb autocrítica i anàlisi de les causes que van portar a l'accident. La lliçó principal que es va obtenir de l'accident va ser la necessitat d'una clara millora en els procediments operatius d'emergència. En els temps que van seguir a l'accident de TMI, es van portar a la pràctica les lliçons apreses a l'accident, i aquest és l'aspecte finalment positiu. En un temps relativament curt, les empreses operadores de les centrals nuclears existents van preparar nous procediments d'operació en emergència. Aquests procediments segueixen les directrius donades pels experts en seguretat nuclear i són el que coneixem per *procediments orientats a símptomes*. Estudis molt complets de simulació van permetre explorar una gran quantitat de seqüències accidentals hipotètiques amb les seves bifurcacions. De resultes del coneixement adquirit, es va identificar la relació entre esdeveniments que tenien lloc a la planta segons les simulacions i els símptomes que aquests produïen en la instrumentació de la sala de control. El pas següent va ser escriure uns procediments d'operació que permetien actuar en funció dels símptomes. El resultat final de tot l'estudi és que, disposant d'aquests procediments, el diagnòstic sobre què està passant a la planta aflora sense necessitat que els operadors facin conjectures addicionals. El diagnòstic és, doncs, produït pel mateix procediment! En aquells moments va ser innovador que un producte d'enginyeria es concretés en un text i que tingués els grans resultats que va tenir. En efecte, els nous procediments d'operació en emergència són aplicats en totes les centrals i aquestes aconsegueixen enfortir enormement la seva capacitat de fer front a eventualitats.

L'aprenentatge i l'entrenament dels operadors de sala de control, realitzat seguint els procediments i ajudats pels simuladors rèplica de la central arriba a unes cotes provades altament significatives que es consoliden dia a dia. La reflexió i l'ofici d'analista de seguretat havien convertit un fet negatiu com ara un accident en la font d'una millora notable en la seguretat a partir d'aleshores. Avui, 42 anys després d'aquell accident, és correcte dir que allò que va fallar a TMI va ser corregit i no ha tornat a fallar mai més!

L'accident de Txernòbil va tenir lloc el 26 d'abril de 1986. El reactor, un RBMK, va patir un augment de potència catastròfic i destructiu. Els materials radioactius es van dispersar al medi ambient i es va cremar el moderador de grafit. L'accident es va produir durant una prova planificada per a verificar unes capacitats addicionals de refredament en emergència. Algunes de les causes de l'accident es van identificar com a deficiències de disseny, com ara el coeficient de reactivitat de buit positiu o el fet que el reactor no tenia el tradicional edifici de contenció que tenen els reactors occidentals. Algunes altres causes es van relacionar amb l'operació, com per exemple, no tenir en compte el marge de reactivitat operativa o amb el fet d'anul·lar alguna protecció del reactor després d'haver iniciat la prova. La majoria dels especialistes coincideixen que la manca de cultura de seguretat en l'equip humà que gestionava la planta, i concretament la prova, va ser la causa més important de l'accident. Txernòbil ha estat l'accident més greu esdevingut en una central nuclear. L'anàlisi de l'accident es va fer amb especialistes soviètics i internacionals i el fet va marcar una inflexió en la integració de Rússia a les iniciatives comunes d'estudi. L'anomenada cultura de seguretat ha estat avaluada, reestudiada i promocionada entre els operadors de centrals nuclears de tot el món.

Diari ARA 11 de març de 2020

L'11 de març del 2011, la regió de Fukushima va patir un terratrèmol i un tsunami importants. El tsunami concretament va consistir en una onada notablement més prominent que la més gran que s'havia registrat mai a l'emplaçament. Com a conseqüència, les seves centrals nuclears van perdre la capacitat de refredar alguns dels reactors en funcionament i algunes de les piscines de combustible gastat. Dues unitats van veure com els seus reactors es degradaven severament. El procés de degradació va provocar un deteriorament greu dels edificis involucrats i es van abocar quantitats substancials de radioactivitat al medi ambient. La causa principal de l'accident va ser que el tsunami, una onada natural que estava produint de forma directa 20000 morts va inundar, a més a més, els generadors elèctrics d'emergència i va deixar la central sense refrigeració. Érem davant d'un accident gravíssim de les forces de la naturalesa que en desencadenava un altre de nuclear múltiple. L'endemà de l'accident de Fukushima s'havia de reflexionar...

... i això va permetre endegar no solament les reflexions que dicten les lleis i reglaments sinó també les reflexions resultants de la cultura de seguretat i de la pràctica del nostre ofici. El primer pas va ser analitzar en profunditat l'accident

a la central afectada i determinar-ne les causes i les accions correctores a dur a terme. El segon va ser analitzar, per a totes i cadascuna de les centrals del món, les capacitats disponibles per fer front als escenaris màxims específics suggerits per l'accident de Fukushima. Aquesta va ser una tasca rigorosa que es va realitzar en els sis mesos següents a l'accident i va ser revisada de forma independent. La informació incloïa el disseny de les millores necessàries per evitar el deteriorament i el dany. Finalment, el tercer pas va ser aplicar les millores i fer-les operatives a totes les centrals. Entre un any i un any i mig després, les centrals nuclears occidentals es mostraven objectivament menys vulnerables.

Així doncs, arran de cada incident o accident que té lloc en alguna central nuclear del món i per poc significatiu que sigui, els reglaments existents obliguen el seu operador a investigar-lo en profunditat per determinar-ne les causes i establir i aplicar les accions correctores adequades. La indústria nuclear i les autoritats de seguretat de tots els països participen a divulgar aquestes experiències a tota la comunitat d'operadors de centrals del món. Quan és el cas, aquesta divulgació dona lloc a millores de seguretat no solament a la central que ha patit l'esdeveniment, sinó a totes les centrals del món. Sovint doncs, arran d'un incident en una central determinada, són moltes les centrals del món que acaben implementant les millores en qüestió i, per tant, esdevenint una mica més segures que abans.

2.3.3. El combustible nuclear usat

El combustible usat i els residus nuclears també necessiten comentaris addicionals. El combustible nuclear usat és un residu nuclear? Tothom pensa així? Per entendre on som en aquest tema, val la pena intentar aclarir quines eren les intencions dels iniciadors de la tecnologia sobre la gestió del combustible. Els plans inicials preveïen dues grans etapes a assolir:

- Construir i operar reactors com ara els actuals.
- Construir i operar reactors recicladors de combustible usat.

Els primers treballarien amb urani enriquit. Produirien energia i plutoni. També donarien lloc a productes de fissió radioactius correctament confinats dins de les barreres de seguretat. Els segons, normalment anomenats *reactors ràpids* (*fast reactors*) o *sobregeneradors* (*breeders*), cremarien el plutoni produït i reciclarien els productes de fissió radioactius i els convertirien en residus d'activitat moderada i sobretot d'un temps de refredament raonable. Per aquesta raó, m'he pres la llibertat d'assignar-los el nom de *recicladors de combustible usat*. Fins que l'urani no hagués passat per aquestes dues grans etapes no es parlaria, doncs, de residus nuclears o si més no, de residus nuclears d'alta activitat. Aquests eren els plans i, pel que fa a la visió científica del tema, estem parlant d'uns plans encara vigents.

La història va portar les coses per un altre camí. Es van construir 400 reactors com els actuals distribuïts per tota la geografia mundial però a l'hora de passar a la segona etapa del pla només se'n van poder construir dos i això va ser a França. Els Estats Units va legislar prohibint el reciclat del combustible usat i passant a considerar-lo des d'aleshores un residu d'alta activitat. Les raons que porten els Estats Units a aquesta maniobra legislativa que contradiu els plans dels científics, no tenen cap relació amb polítiques energètiques, sinó amb estratègies de no-prolifерació d'armes nuclears. En efecte, un nombre gran de reactors recicladors hauria necessitat un nombre gran de fàbriques de reprocessat i la vigilància dels materials objecte del reciclat, com ara el plutoni, hauria estat més complexa. Aquesta decisió nord-americana va deixar malparada la indústria dels reactors nuclears. Una indústria que va néixer amb el reciclat al moll de l'os es troba tot d'un plegat amb la prohibició de realitzar-lo a la curta i amb l'agreujant que la primera fase havia estat realitzada i que 400 reactors estaven produint i acumulant allò que mai s'havia d'acumular segons els plans de treball. A partir d'aquest moment, doncs, i en relació amb la gestió del combustible nuclear, es parlarà de gestió *a cycle tancat* i *a cycle obert*. La primera és la ideada originàriament i la segona, la resultant de la decisió nord-americana descrita.

La comunitat científica es va queixar i va denunciar el fet. No érem i no som davant d'uns reactors que produïen materials indesitjables, érem davant uns legisladors que potser malgrat ells, canviaven les regles del joc un cop començats els desenvolupaments més rellevants. Els científics sempre han mantingut que tard o d'hora s'havia de reobrir la capacitat recicladora i tornar a uns plans pròxims als inicials. En quin punt estem del problema? Què s'ha perdut en tot aquest temps? Quin impacte ha tingut aquest fet? Quins àmbits poden considerar-se afectats?

Un dels àmbits més afectats negativament és, per desgràcia, el coneixement ciutadà. Tots veiem la necessitat que el ciutadà tingui accés a un coneixement raonable de l'entrellat de les coses que interfereixen en la seva vida. Quan observem aquest entrellat hi trobem, entre altres coses, tecnologia. Hi trobem també economia, sociologia, ètica i moltes disciplines que volen una especialitat i sovint l'ajut d'algun especialista. El ciutadà, en principi, no és ni tècnic, ni sociòleg ni economista, però sol està més a gust amb ell mateix, si algú ha pensat quin hauria de ser el seu bagatge raonable de coneixement i si algú altre, com ara els poders públics han organitzat els recursos necessaris per tal de donar-li accés al bagatge esmentat. Ara som davant un tema tècnic, altres vegades en aquest mateix text el tema és humà o social.

Quan el legislador nord-americà va prohibir el reciclat de combustible usat no es va fer, al meu entendre, la pedagogia necessària per fer comprendre la situació al ciutadà i això va afectar molt negativament la consciència col·lectiva del fet. On

era el ciutadà socioconscient, entusiasta del reciclat i del respecte al planeta en aquell moment? Una decisió influenciada per interessos estratègics estava produint, potser indirectament, unes lleis que bloquejaven un reciclat programat. Us parlo de l'any 1977, és a dir, us parlo d'uns temps, en què potser la socioconsciència no era una actitud estesa i la nostra societat tenia alguna altra prioritat urgent. Aleshores, a penes es van sentir veus que reclamessin complir amb les polítiques de reciclat establertes. Alguna, sí. Uns quants científics van demanar que no s'aturés la fase de reciclat. Per bé que en aquell moment el nombre de reactors era encara limitat, van voler deixar clar que renunciar al reproprocessat de combustible usat era un error determinant.

Eren uns temps estranys, la ciència lluia socioconsciència com a acte de bona voluntat! La socioconsciència explícita de grups ideològics gairebé no va intervenir. Molts diuen que el temps resol problemes; en aquest cas no va ser així. Què ha passat els 40 anys següents? Molta, moltíssima gent ha internalitzat que aquesta indústria produeix uns residus radioactius d'alta activitat i d'un temps de refredament extremament llarg, cosa que no lliga amb les explicacions que hem donat.

Malgrat tot, l'esperança de redreçar les coses és el darrer que es perd! Alguns símptomes de redreçament poden observar-se. Alguns d'aquests hi han estat des de fa temps, com la utilització d'òxids mixtos urani-plutoni (MOX) o les estratègies franceses de llarg termini. En efecte, hi ha organitzacions i països que utilitzen reproprocessats restringits, com ara els que sostenen la tecnologia MOX. Aquests reproprocessats permeten separar urani i plutoni per ser reutilitzats i en alguns casos entrar en processos de transmutació dels productes de fissió per convertir-los en productes estables, és a dir, no radioactius. Aquestes iniciatives han aconseguit ja avui una certa limitació dels volums d'enriquiment necessaris, dels volums de les substàncies de rebuig final i sobretot de la radioactivitat d'aquests darrers. França no ha renunciat mai a tenir una estratègia que a llarg termini es plantegi el reciclat del combustible usat amb tancament del cicle. L'esforç dedicat al llarg dels anys ha estat variable, però avui hi ha un contracte de recerca entre l'estat i els actors relacionats amb la finalitat de desenvolupar el tema científicament. Les dues estratègies esbossades, tant la centrada en la producció d'òxid mixtos, com la que preconitza la utilització de reactors recicladors, són potser els millors exemples de gestió de combustible nuclear a cicle tancat.

Altres símptomes actuals són més rellevants. Avui hi ha en marxa una iniciativa de desenvolupament de nous reactors de futur. Hi donen suport 10 països i rep el nom de *Generació IV de reactors nuclears*. El grup, creat l'any 2000, treballa sobre dissenys escollits per tal de fer-los operatius cap a l'any 2030, i es planteja el disseny amb objectius de sostenibilitat, economia, seguretat i fiabilitat, i resistència a la proliferació. Entre els sis models que s'estan desenvolupant avui tres són recicladors

de combustible usat. Qualsevol renaixença de la indústria nuclear de producció d'energia es faria comptant amb reactors recicladors de combustible usat. També hi ha qui preconitza la posada en funcionament d'aquests reactors amb la finalitat recicladora com a funció dominant per damunt de la producció d'energia.

Amb el que he dit fins aquí, confio haver comunicat les raons per les quals tan sovint demano que es parli de combustible usat i no de residus d'alta activitat! Dit això, no renuncio a fer algun breu aclariment sobre la gestió del que la legislació considera avui residus radioactius d'alta activitat produïts en centrals nuclears en un nombre important de països. Parlo de països com ara Espanya, on es compta gestionar en cicle obert el combustible usat. Això vol dir fer-ho en contraposició a la gestió en cicle tancat, citada anteriorment.

Diguem alguna cosa sobre l'alternativa a cicle obert. Un element combustible després d'uns 4.5 anys dins del reactor ha produït al voltant de 50 GWdia per tona d'urani i deixa de ser útil per a la funció que feia en aquell reactor. Per aquestes raons es considera un residu. Què hi ha dins d'aquest element combustible? Hi haurà un romanent d'urani, plutoni, productes de fissió. També hi ha productes d'activació que convé no menystenir, ja que algun és radioactiu. La major part de la radioactivitat és en els productes de fissió.

Quan l'element combustible és retirat del reactor després d'una radiació i una calor residual que, malgrat ser a partir d'aquell moment sempre decreixents, s'hauran de tenir molt en compte. El primer pas és transferir l'element a la piscina de combustible gastat. Aquesta piscina està construïda en l'anomenat edifici de combustible i proveïda d'un canal de transferència amb la cavitat del reactor. Els seus sistemes estan dissenyats per assegurar l'extracció de la calor residual i el blindatge contra la radiació. Aquesta fase de refredament en piscina pot durar de l'ordre de 5 anys. Normalment hi ha una segona fase en què l'element combustible és traslladat a un magatzem temporal sigui individualitzat al mateix emplaçament de la central o centralitzat donant servei a diverses centrals. Els magatzems temporals utilitzen contenidors dissenyats per cobrir les necessitats de blindatge. El nivell de refredament aconseguit prèviament fa que la dissipació tèrmica no sigui un problema i pugui resoldre's per convecció natural d'aire. Les distàncies entre contenidors i la seva disposició en el magatzem venen sustentades per càlculs tèrmics i de dosi de radiació. Finalment, es preveuen magatzems geològics profunds per a la ubicació definitiva de residus d'alta activitat. En aquests magatzems, el residu seria empaquetat en contenidors altament resistents a corrosions i altres deterioraments, i aquests serien ubicats en galeries de formacions geològiques adients. Estudis geològics acurats haurien de permetre garantir l'estabilitat de la solució. La Waste Isolation Pilot Plant (WIPP) ubicada al sud-est de Carlsbad, New Mexico, Estats Units és un dels pocs exemples ja operatius.

2.3.4. Consideracions de futur

Abans de tancar aquest apartat, val la pena esmentar dues coses més: els reactors passius i els Small Modular Reactors (SMR). Els primers són reactors amb sistemes de seguretat passiva. Entenem per *sistemes passius* aquells que no necessiten ni subministrament elèctric ni accions humanes per funcionar. Aquests reactors resolen d'una forma molt més sòlida un dels punts febles essencials dels reactors de segona generació que necessiten ser refrigerats de forma activa, fins i tot després de la seva aturada. Reactors com aquests, que estan disponibles des de primers dels 2000, situats a Fukushima el març del 2011, haurien resistit el tsunami i no haurien afegit cap accident nuclear al desastre natural que hi va haver. Pel que fa als Small Modular Reactors (SMR), són dissenys més petits que els reactors convencionals, s'han de manufacturar a fàbrica i es transporten a l'emplaçament on tindrà lloc l'explotació amb la flexibilitat que confereix el fet. A més de ser una alternativa menys costosa respecte als reactors nuclears convencionals, han estat concebuts eliminant la necessitat d'una resposta externa d'emergència.

2.4. L'ús de l'energia. Sistemes i conceptes

2.4.1. La xarxa elèctrica

La xarxa elèctrica és una estructura altament consolidada a la nostra societat. La raó històrica de la seva existència té relació amb el fet que a l'inici de la implementació elèctrica les fonts de generació, generalment hidroelèctriques, estaven molt lluny de les grans poblacions on hi havia el consum. Les raons posteriors de consolidació són diverses. La facilitat de convertir l'energia elèctrica en energia útil de diferents tipus amb un bon rendiment podria ser una de les raons. La facilitat de transport i el perfeccionament de les proteccions que permeten actuar automàticament evitant situacions de risc podrien ser-ne d'altres.

No tot és, però, tan simple i directe com en algun moment ens pot semblar! El consum i la producció d'energia en una xarxa elèctrica han d'equilibrar-se pas a pas contínuament. En tot moment la suma de les potències consumides de xarxa de la zona de subministrament ha de valdre idènticament el mateix que la suma de totes les potències generades a les centrals productores d'energia. Algú té cura del tema i gestiona el necessari per tal que l'esmentada igualtat es produeixi. Produïm a l'acte el que realment consumim. Normalment hi ha unes petites diferències entre producció i consum que són degudes a les pèrdues i a un cert emmagatzematge d'energia. L'emmagatzematge és avui difícil i per tant s'hi compta molt poc, malgrat que algun cop és molt útil. La demanda d'electricitat és funció de coses diverses,

les més rellevants són l'hora del dia, l'estació de l'any i el fet de trobar-se en dia feiner o festiu. Entre les dotze i les dues del migdia i entre les vuit i les deu de la nit aproximadament solen produir-se demandes màximes o pics de potència, mentre que a les quatre de la matinada el consum és mínim. L'operació del sistema elèctric consisteix a dur a terme la coordinació necessària per tal que els productors d'electricitat produeixin a cada instant l'energia necessària i en principi només aquesta.

No totes les centrals productores d'electricitat tenen la mateixa flexibilitat operativa. Les centrals han d'estar disponibles per operar i, a més, les que necessiten combustible han de tenir-lo a punt i les que necessiten sol, aigua o vent han de comptar amb aquests elements per produir. Comptar amb centrals de producció regulable o àmpliament regulable genera estabilitat de funcionament i capacitat de maniobra. Un paràmetre que caracteritza la versatilitat d'una central elèctrica és el seu temps de resposta a corregir una eventualitat com ara un rebuig de càrrega o el desacoblament d'una central productora. Una eina de treball altament rellevant és la programació horària preparada anticipadament. Cada tipus de central té unes capacitats de regulació i uns temps característics de resposta. Les hidroelèctriques regulables són potser les més versàtils i les úniques que podríem anomenar «plenament regulables», ja que, sense grans entrebancs, aconsegueixen treballar a la potència demandada en els temps requerits, sempre que disposin d'aigua. Les tèrmiques són també prou versàtils, potser amb uns temps de resposta lleugerament més grans i amb unes particularitats específiques, com la de poder estar rodant a una potència quasi nul·la en espera de cobrir adequadament un previsible augment sobtat de demanda. Les tèrmiques més actuals són normalment cicles combinats de gas i resulten crucials a la regulació actual de la xarxa elèctrica espanyola. No tenen limitacions com ara la de l'aigua de les hidroelèctriques i mostren una gran flexibilitat d'operació. Vegem la figura 8.

A la gràfica de la dreta s'hi representen les produccions totals de potència per als dies 25/11/2019 i 23/12/2019 mentre que a la de l'esquerra hi apareixen les potències de les centrals de cicle combinat que contribueixen a cobrir la demanda. El dia 25/11/2019 va ser un dia d'un consum considerable i d'uns pics de potència de 34 GW i 36 GW, coberts sobretot amb una ràpida pujada en potència de les centrals de cicle combinat. El dia 23/12/2019 els consums van ser inferiors, la cobertura necessària va ser molt inferior en potència però adequada a la circumstància i cobrint l'objectiu de regulació.

Les capacitats de regulació de les centrals nuclears són poc conegudes a la xarxa espanyola però existeixen, s'han practicat en xarxes com la francesa i poden ser aprofitades quan convingui arreu. Els seus temps de resposta són adequats i en la seva història recent la pràctica d'aquestes capacitats només s'ha demostrat a Espanya en proves periòdiques. Avui i demà hidroelèctriques regulables, tèrmiques

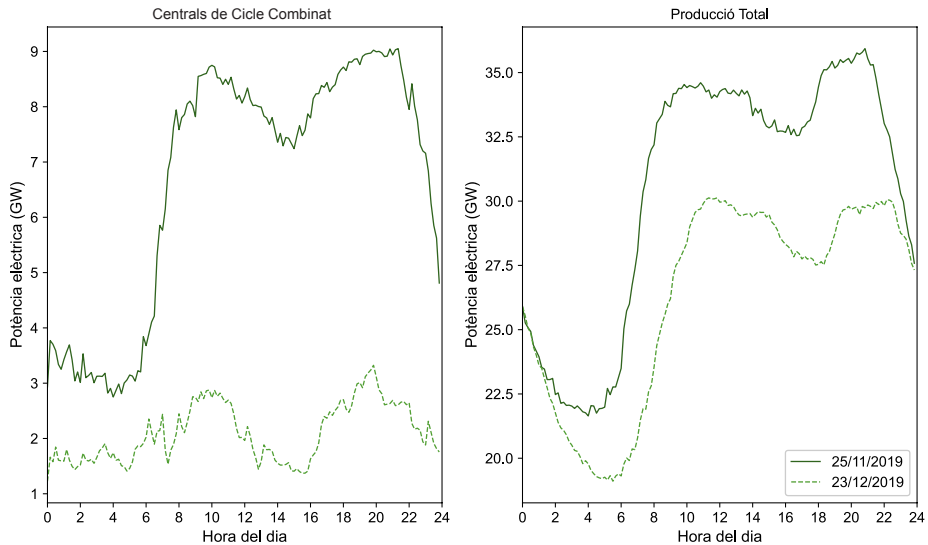


Figura 8. Potències elèctriques segons l'hora del dia. Dades dels dies 25/11/2019 i 23/12/2019.

A la dreta s'observen els dos pics de potència total produïda sobre les 10 i les 21 hores.

A l'esquerra s'observen les corresponents contribucions del conjunt de les centrals de cicle combinat.

i nuclears poden contribuir cadascuna amb els seus temps i les seves possibilitats a garantir una eficaç gestió de la xarxa elèctrica espanyola. Òbviament, a més de disposar d'eines i centrals d'unes característiques és necessària l'expertesa i la dedicació d'un col·lectiu de tècnics especialitzats a gestionar tecnològicament la funció. La funció de seguir la demanda o seguir càrrega consisteix, doncs, a gestionar la xarxa i les centrals productores necessàries per tal de desenvolupar exactament la potència demandada tenint presents disponibilitats, factors de càrrega, particularitats, automatismes, accions manuals i tot el que convingui per garantir la producció adequada.

Hi ha una informació pública i disponible a internet que ajuda molt a entendre la funció de què estem parlant. En el cas de la xarxa elèctrica espanyola, la web de Red Eléctrica permet observar en temps real de forma general de quina manera la producció i el consum s'equilibren. També de manera més particular, podem observar com fem front als pics de demanda o com administrem les davallades de la contribució del vent. Per bé que la informació subministrada pot ser captada de forma molt intuïtiva, al darrere hi tenim un contingut tècnic bastant elaborat. El seguiment realitzat en temps real compta amb una planificació feta el dia anterior que evita improvisacions i que s'emmarca en els procediments del sector elèctric liberalitzat vigent. Aquesta planificació és horària i ha estat preparada en funció de disponibilitats, prediccions meteorològiques i costos de l'energia.

Una xarxa elèctrica, amb prou flexibilitat per seguir la demanda necessita disposar d'unes determinades capacitats. En principi i en un país industrialitzat, aquest seguiment de la demanda exigia en el passat recent i avui encara una potència productiva regulable important. D'una banda, la potència regulable se suma amb la intermitent i equilibra el total de la demanda. D'altra banda, el sistema necessita aquesta potència, a més a més, per tal de garantir regulacions diverses i fer front a eventualitats que puguin sorgir. La regulació de freqüència i la vigilància de paràmetres funcionals rellevants o la desconexió per indisponibilitat sobtada d'una central productora són algunes de les situacions que cal preveure.

El pics de demanda elèctrica a la xarxa tenen lloc gairebé irremissiblement cada dia entre les 12 h i les 14 h i entre les 20 h i les 22 h aproximadament i solen cobrir-se d'una forma que vol una atenció. En una primera aproximació ho faran gràcies a un augment de les potències de centrals regulables tot seguint la predicció horària prèviament preparada; i més finament, en una segona aproximació, amb la ràpida posada en funcionament de centrals productores plenament regulables. A la xarxa espanyola, en unes poques hores, la demanda pot créixer entre 3 GW i 14 GW sobre aquesta càrrega base que es defineix com el consum global que té lloc 8760 hores l'any, és a dir, sempre. Això obliga, doncs, a tenir la capacitat d'assolir en un precís instant produccions d'aquest ordre de magnitud. Aquest fet es resol avui amb l'entrada de centrals de gas i centrals hidroelèctriques. A altres països i altres xarxes es reserva aigua en els embassaments per a l'ocasió. Això també es fa parcialment a Espanya, però té els seus límits, ja que no som un país de molta aigua. Un altre recurs utilitzat en xarxes amb una participació nuclear més àmplia consisteix a tenir algunes nuclears a una potència inferior a la nominal per poder augmentar-la pujar a l'hora del creixement de la demanda. Això no es fa a Espanya, on, a causa de la limitada potència nuclear instal·lada, sempre treballa cobrint la càrrega base. En canvi, a França s'està fent diàriament. Als inicis de la utilització de centrals eòliques, xarxes com l'espanyola preveien, per cada GW intermitent instal·lat, 1 GW regulable o plenament regulable per donar-li suport. Així, durant una dècada, cada cop que contribuïem instal·lant a la xarxa una determinada potència eòlica o solar, acabàvem incorporant-hi alhora la mateixa potència amb cicles combinats de gas. Aquest punt ha canviat i podem dir que ha millorat gràcies al progrés de la programació horària i de les prediccions meteorològiques. El punt és encara una font de dificultats.

Actualment, a la xarxa elèctrica espanyola solem tenir uns pics de potència d'entre 28 GW i 40 GW, i malgrat la incertesa inherent a la seva magnitud i localització temporal, s'acostumen a cobrir adequadament fent ús de les centrals regulables disponibles. La importància d'aquestes centrals dins del mix elèctric actual sembla, doncs, correctament dimensionada per resoldre la funció encomanada. Aquesta potència permet fer front als controls i els ajustos necessaris avui per mantenir un funcionament correcte.

A tall d'exemple, comento dos casos reals. En el primer, que va tenir lloc un matí d'hivern als inicis de l'any 2019, la demanda va créixer en 5 hores 14.2 GW per damunt del valor de partida. La producció es va cobrir engegant 4.7 GW de centrals de gas, 1.1 GW de carbó i 4.8 GW hidroelèctrics. Atès que era de dia i feia sol, 1.3 GW fotovoltaics es van sumar a la contribució i finalment l'intercanvi internacional va aportar els 1.2 GW que mancaven. La resta de producció va tenir només uns lleugers canvis: les nuclears van seguir treballant de base, i les contribucions de l'energia eòlica i de residus i cogeneracions a penes van modificar-se. El segon és un cas de pic nocturn. En unes 5 hores la demanda va pujar 5.6 GW. En aquesta ocasió, tant la solar tèrmica com la fotovoltaica varen jugar en contra, ja que la posta de sol coincidia amb l'inici de l'augment de la demanda. A més a més, la meteorologia va aturar en el mateix interval de temps una quantitat no menyspreable d'aerogeneradors fent que el pic real fos gairebé d'1 GW addicional. Tot plegat es va cobrir amb 1.3 GW de gas, 0.24 GW de carbó, 1.6 GW hidroelèctrics i 3.1 GW d'intercanvi internacional. La resta de centrals no van variar sensiblement la seva producció.

Aquests exemples mostren la necessitat de mantenir per a la xarxa elèctrica totes les seves capacitats de regulació. A cada país i a cada xarxa elèctrica es fan les coses utilitzant les solucions més viables. No som l'únic país que té poca aigua i vents intermitents. Són molts els països que tenen situacions com ara l'espanyola. Globalment, al món industrialitzat estem en una situació semblant a la nostra. També són molts els països on la no-interruptió del subministrament elèctric, la *seguretat de subministrament*, és considerada un objectiu a complir i un indicador de qualitat.

Hi ha més raons tècniques que fan de l'operació del sistema elèctric una activitat complexa que necessita una especialització. D'una banda, hi tenim els aspectes morfològics i funcionals dels components de les instal·lacions; de l'altra, els seus comportaments dinàmics i interactius amb el consum, la seguretat, el control i la regulació... La ubicació geogràfica de produccions i consums també és un gran tema que genera estudis, inversions i maldecaps... Quan acabem dimensionant un mix de producció elèctrica i establint-ne la composició, és perquè un col·lectiu tècnic ha realitzat la seva síntesi i ha previst disposar d'una potència productiva regulable suficient. L'operació de la xarxa és aleshores viable. Les condicions que donen solidesa a l'estructura del mix comentat són complexes i estan lluny d'obtenir-se per simples balanços d'energia. La xarxa elèctrica espanyola avui disposa d'una estructura i una flexibilitat prou bona per dur a terme la seva explotació amb èxit. Les capacitats i la versatilitat de la xarxa actual haurien de mantenir-se o millorar-se. De fet, la comunitat tècnica implicada treballa amb l'objectiu de guanyar flexibilitat i vol fer-ho amb celeritat. Que bé, si en els pròxims anys podem comprovar un avanç notori en aquest punt. Per desgràcia, en molts discursos simplistes actuals el fet

s'ignora sense més consideracions. L'aritmètica de potències, energies i euros sovint és insuficient per fer front a la problemàtica que tenim entre mans.

2.4.2. Recursos energètics distribuïts

Entenem per *recursos energètics distribuïts* la combinació de la producció i de l'emmagatzemament d'energia a escala local. La producció distribuïda preveu fer-se mitjançant generadors normalment d'energies renovables i l'emmagatzemament, que podria ser en bateries elèctriques o també en centrals hidroelèctriques de bombeig. L'aprofitament d'aquests recursos respon a una voluntat descentralitzadora i mostra un primer punt fort en el fet que revoluciona el problema de la inversió i de la gestió de grans infraestructures energètiques. Instal·lacions de menys potència i menys cost ubicades en proximitat del consum i gestionades en funció de les seves característiques semblen, doncs, molt adequades a la solució del problema. La proximitat també permet reduir l'impacte actual de les pèrdues per transport. La iniciativa neix, en primer lloc, com un intent d'acostar l'usuari a la problemàtica energètica i, en segon lloc, com una manera de dinamitzar el progrés de les energies renovables. Un breu comentari sobre aquests dos punts ens ha d'ajudar a entendre la gran oportunitat del tema en qüestió.

Acostar l'usuari a la problemàtica energètica vol dir donar-li l'oportunitat d'optimitzar la seva producció d'energia i l'emmagatzematge que consideri oportú per tal de satisfer el consum domèstic o industrial. El fet també inclou la possibilitat de vendre els seus excedents a un preu raonable i d'una forma fàcil. Hauríem de veure aquest acostament a l'usuari com un punt fort de la iniciativa sense oblidar-ne la contrapartida essencial. L'usuari passarà a tenir sota control els nous recursos, es compta amb ell per gestionar i per invertir. El ritme d'implantació de recursos distribuïts haurà de tenir present la capacitat financera dels nouvinguts que, de ben segur, seran o economies domèstiques o petites agrupacions d'usuaris.

La iniciativa també permet dinamitzar el progrés de les energies renovables tant en els generadors domèstics com els industrials. En efecte, facilitant la gestió directa, els generadors renovables esdevenen més avantatjosos. La intermitència de la generació renovable tindrà menys impacte si ve ajudada d'arrel per una cooperació entre els interessats i per un emmagatzemament local.

En un futur pròxim, s'espera que la implementació de recursos energètics distribuïts doni lloc a una important descentralització de la xarxa elèctrica i a una nova manera de gestionar-la tecnològicament. És difícil predir en aquest moment què serem capaços de fer i quan assolirem una implementació substancial. S'espera un bon nivell de descentralització però, malgrat tot, és difícil establir quina part de la producció seguirà sent centralitzada. Incloc en aquest punt tant les hidroelèctriques

i els parcs eòlics existents que seguiran operant, com els futurs camps solars de nova construcció. A llarg termini, en principi, no hi ha d'haver dificultats a l'hora de cobrir la demanda elèctrica amb la infraestructura resultant. Durant la transició, la coexistència d'una producció centralitzada romanent amb uns recursos distribuïts implementats de bell nou donarà lloc a una xarxa que convindrà entendre i gestionar adequadament.

La petitesa del consum domèstic fa difícil la gestió dels recursos energètics distribuïts. Per tal de fer-la més viable es preveu la funció d'agregació, que consisteix a gestionar de manera coordinada un conjunt suficient d'usuaris energètics que compartirien recursos com ara petits generadors i bateries per emmagatzemament local. Les grans directrius per a l'agregació han estat definides com a iniciativa europea i els estats membres treballen actualment per tal d'establir un marc regulador adient que resolgui requeriments tant tècnics com administratius.

El desenvolupament d'aquesta nova funció presenta, a més, un punt fort addicional. No arriba en qualsevol moment, sinó després d'haver implementat comptadors digitals o intel·ligents en una part important dels subministraments domèstics. La utilització avançada d'aquests comptadors és un punt fort de caràcter tecnològic per a aquesta iniciativa. Un comptador intel·ligent ha de permetre recollir en temps real dades sobre consums dels subministraments individuals i dels del conjunt d'agregació i, per tant, facilitar les prediccions a realitzar i les seves validacions. La informació generada pels comptadors ha de reduir incerteses a l'hora de pronosticar consums.

Els recursos energètics distribuïts mostren també una excel·lència addicional. Pel fet de cedir protagonisme a l'usuari, obrim un camp a la petita empremadoria i a una gestió descentralitzada. Si la iniciativa progressa en aquest àmbit pot donar resultats localment òptims. L'agregació i la planificació dels consums domèstics també tindran un impacte social. Conforme avanci l'aplicació dels canvis que genera aquesta nova manera d'organitzar el consum domèstic, l'usuari s'haurà d'adaptar al canvi. Això comportarà involucrar-se en la gestió dels nous recursos, subcontractar totalment o parcialment el tractament de les noves funcions que li corresponen i probablement invertir en millores incitades per la nova solució.

Els punts febles del desenvolupament dels recursos energètics distribuïts poden classificar-se en dues categories: els inherents a la producció renovable i els propis de la implementació de l'agregació. Dels primers ja n'hem parlat quan hem presentat cada font de producció renovable, però volen un comentari addicional. El seu efecte serà parcialment mitigat per l'agregació i aquest fet s'ha de valorar correctament. És important entendre que es tracta d'una mitigació parcial que s'establirà utilitzant la pràctica de compartir. En cap moment constitueix la solució completa

de punts febles, com ara les dificultats generades per la baixa densitat energètica de la captació solar o la intermitència de les energies eòlica i solar. Els punts febles relacionats amb la implementació de l'agregació són relatius a les barreres de caràcter legal, social i de mercat que sorgiran en el procés. Harmonitzar la normativa vigent del sector elèctric amb les directives comunitàries tot impulsant els grans objectius de les noves funcions a assolir, és una tasca que vol dedicació, comunicació, voluntat política i temps. Aquest punt a la curta pot produir una incertesa legal que desacceleri la implementació. Obstacles socials seran tots els que derivin del fet que estem demanant al ciutadà que inverteixi, gestioni i desenvolupi la seva vida utilitzant quelcom que encara no coneix. Pel que fa al mercat, estem davant d'una tasca, potser laboriosa, que consisteix a encaixar la iniciativa en un mercat tan consolidat com ara l'elèctric.

Els recursos energètics distribuïts són la gran esperança de futur. Val la pena dedicar-hi un esforç primer legislatiu i després tècnic i d'implantació. Les incerteses lligades a aquestes primeres fases de desenvolupament haurien de dissipar-se positivament per tal que ben aviat es conegui el potencial real de l'opció. Estem parlant novament d'incerteses diverses amb components reglamentaris i socials molt rellevants que també necessiten un esforç col·lectiu. Els primers anys d'aquestes implementacions poden ser els més difícils!

2.4.3. Eficiència Energètica

Entenem per *eficiència energètica* la pràctica que ens porta a un ús òptim de l'energia evitant pèrdues innecessàries. Defugint usos ineficients acabem estalviant i a la llarga utilitzant millor l'energia. És un concepte molt intuïtiu i que sol entendre's fàcilment. Tot i així, és un tema tècnic sobre el qual els estudiosos han treballat amb dedicació. Hi ha indicadors de l'eficiència energètica i alguna bona guia per a l'usuari. És important triar l'indicador més adient per a cada problema que ens ocupi. Evitar pèrdues en la mesura del possible és de sentit comú. Avui la rehabilitació d'edificis i l'eficiència al sector industrial són els grans temes considerats.

La rehabilitació d'edificis és una de les activitats de millora que, en l'àmbit del consum d'energia a la llar, pot aportar un estalvi més important. És ben veritat que hi ha altres camps per al progrés i la modernització, com ara l'optimització de l'electrodomèstic, però la rehabilitació d'edificis es presenta avui com un terreny en què val la pena progressar amb la finalitat d'esdevenir energèticament més eficients a la llar. El fet s'enquadra en la problemàtica general de l'habitatge, que té els seus continguts, reptes i experts. Per bé que hi ha una tendència a parlar sobretot de climatització i aïllament tèrmic, que són aspectes molt lligats a l'optimització energètica, tant l'un com l'altre s'han d'abordar de manera harmònica amb tots els altres aspectes de l'habitabilitat i el confort. L'optimització

en qüestió és radicalment diferent per a habitatges de nova construcció que per als ja construïts. En els de nova construcció hi ha una important llibertat d'acció per resoldre el problema en funció de dissenys actuals que sense gaire dificultat aconseguixin un bon compromís entre funcionalitat i cost. En aquest context, podríem destacar iniciatives com la nZEB (near Zero Energy Building, edifici de consum energètic quasi nul), recollida en una directiva europea i pensada com a guia d'optimització energètica. Pel que fa als habitatges ja construïts, molts són avui climatitzats d'una manera ineficient i costosa. Qualsevol millora en la seva eficiència és problemàtica i normalment cara. L'únic avantatge a l'hora de promoure un cert progrés en aquest àmbit és la seva immediatesa; l'usuari entén fàcilment les propostes de millora i percep també de forma directa l'estalvi que li produeix. Si l'usuari intueix fàcilment el futur estalvi, és d'esperar que farà la inversió necessària per executar la millora. Sovint, però, la reforma necessària és de cost elevat. Les actuals certificacions d'eficiència energètica d'edificis són una bona eina per conèixer la situació del parc d'habitatges.

L'eficiència energètica al sector industrial és una mica més complexa. L'emprenedor al càrrec d'un sistema industrial sol tenir present el problema de l'eficiència per principi. En el model de producció en què estem, ens veiem obligats a competir i, per tant, a ser més eficients que els competidors. Fins on arriba aquesta recerca de l'eficiència? També és conegut que en aquest model de producció el diner és el patró! Per aquesta raó, el procés de millora de l'eficiència normalment ve marcat pel cost. Hi ha hagut bones realitzacions en el camp. Podem trobar exemples en l'optimització de convertidors energètics industrials, com ara calderes i motors. De vegades, s'ha desenvolupat l'aprofitament d'energia de rebuig o reutilització de la calor residual per escalfar algun procés mitjançant fums que altrament s'abocarien a l'atmosfera. També hi ha la utilització de subproductes o valorització de residus amb contingut energètic per aconseguir limitar la despesa general de la instal·lació. Així mateix, en menys quantitat però amb importància creixent, es treballa en la integració de processos industrials. Si el fluid de rebuig d'un determinat procés té les condicions necessàries per ser utilitzat com a fluid viu per a un altre procés, integrant-los tots dos s'assoleix una eficiència i un estalvi grans. Això és més difícil de coordinar i dur a terme, però s'hi treballa. La cultura de l'eficiència energètica industrial és, des de fa un cert temps, un fet que es va obrint camí. L'existència d'enginyeries especialitzades a optimitzar-la en l'entorn d'empresa n'és una prova. La proliferació d'empreses de serveis energètics, la figura del gestor energètic o l'auditoria energètica són exemples del progrés en aquest àmbit. Malgrat el progrés evident d'aquest tipus d'estudis, val a dir que és clarament més freqüent en empreses grans que no pas en petites i mitjanes.

Finalment, val la pena recordar que per aprofundir en l'actualització de l'eficiència energètica, sigui domèstica o industrial, cal estudi, decisió i un cop més, inversió. En

tots dos casos se sol parlar d'una optimització guiada per patrons econòmics i de la qual ja hi ha una certa experiència. Els escenaris de futur poden introduir conflicte recomanant inversions més difícils de fer tant en l'àmbit domèstic com industrial.

2.4.4. Pobresa energètica

La pobresa energètica és el conjunt de dificultats que afloren quan no s'aconsegueixen mantenir unes condicions de mínim confort en l'habitatge arran de l'absència o la precarietat de subministrament d'energia o de les dificultats de l'usuari a l'hora de fer front als pagaments corresponents. És un tema amb unes causes conegudes lligades a les característiques de l'habitatge i també a la pobresa o als encariments desmesurats, tant de l'allotjament com de la mateixa energia.

Hi ha països que tracten el tema com a part del problema de pobresa i d'altres que ho fan de manera específica. Sigui com sigui, és un tema ètic i humanitari que s'ha de resoldre, i no hi ha excuses! Em ve al cap que, en un passat bastant llunyà, ja s'havien observat esforços d'iniciativa pública per fer-hi front. Quan la font principal d'energia domèstica era la llenya, solia estar permès recollir-la sense cost si era per al consum elemental propi. Realment no hi ha excuses!

No és tema de sostenibilitat... per bé que és molt convenient que la solució que se li doni sigui sostenible. Crec que és molt important no confondre ni la rellevància ni el marc temporal d'aquests temes. No és un tema de sostenibilitat, però a molts ens doldria enormement que algú fes servir la sostenibilitat com a excusa. Crec que és una bona iniciativa que la preocupació per la lluita contra la pobresa energètica estigui present en els nostres manifestos.

Què proposem fer?

En capítols anteriors, hem vist la urgència de prendre accions per frenar el canvi climàtic. Hem mostrat que és impensable abordar el tema energètic sense considerar seriosament els detalls exposats arran del consumisme i de l'impacte que té. Hem raonat la necessitat imperiosa de donar al Sud Global la consideració que es mereix.

L'anàlisi de la problemàtica energètica requereix sensatesa i ponderació, pràctica i ciència, sociologia i tecnologia. Requereix sentit comú i també aquella punta de gosadia que permet no menystenir la innovació. Requereix el que en diem *seny*!

Arran del que he dit fins ara són quatre, i no tres, els grans temes d'aquesta transició:

- Frenar el canvi climàtic i aturar el col·lapse del planeta.
- Crear massivament infraestructura energètica renovable i eficient.
- Gestionar la sobrietat.
- Donar suport al Sud Global.

Aquesta llista, que gairebé coincideix amb la dels problemes conjunturals, mostra, respecte d'aquests problemes, una diferència notable. Aparentment he desdoblant un dels temes en dos i això és per donar resposta a l'enorme urgència de les accions encaminades a aturar el col·lapse del planeta. Els quatre grans temes són importants, no en podem menystenir cap! A més a més, el primer, el relatiu a les accions encaminades a frenar el canvi climàtic, és enormement urgent! Aquesta és la primera gran proposta: les accions encaminades a aturar el col·lapse del planeta s'han de desacoblar de la resta d'accions i tractar-se amb el caràcter eficaç que exigeix la urgència.

Les seccions següents aborden l'aclariment de l'entrellat de les qüestions relacionades i, en algunes ocasions, aconseguen culminar establint quines accions convé emprendre per tal d'avançar en la solució, que serà també la dels anomenats problemes conjunturals. La solució de cada problema conjuntural depèn normalment de més d'un bloc accions i el text ajuda a entendre les interaccions. Amb ànim

d'aproximar-nos al que està establert, la proposta accepta els compromisos de reducció d'emissions actuals, tot reconeixent-ne les febleses. Identificant aquestes febleses s'aconsegueix el doble efecte d'aprofitar el que s'està fent i alhora tenir en ment el que manca per tal de abordar accions més rotundes en el futur. L'explicació que segueix intenta ser conseqüent amb el plantejament anunciat. Així doncs, d'una banda destacarà tots aquells aspectes de la proposta que tinguin un clar valor afegit respecte a l'opció vigent; de l'altra, serà menys detallada en tot allò que es considera plantejat amb criteris i solucions semblants.

3.1. Reconducció de la utilització de combustibles fòssils

Quan la societat intenta abordar el problema energètic sense referències al conjunt de temes que hem citat o quan aquestes referències no són elaborades prou sòlidament, les dinàmiques de la societat segueixen vigents, les incerteses pel que fa al compliment dels objectius d'emissions augmenten i el problema climàtic esdevé encara més urgent. Una observació sobre l'Acord de París 2015 reforça el comentari. De l'eufòria de la seva aprovació pels caps d'estat, es va passar, en cosa d'un any, a la retirada dels Estats Units, fet que ja hem comentat. Si una predicció a 15 i 35 anys vista ha de refer-se d'un revés com aquest quan es compleix l'any de la seva aprovació, costa entendre com es pot reconduir el tema. La incertesa sobre el compliment dels objectius del 2030 avui és més gran i tot just acabem de començar a treballar. El problema és més greu quan observem els motius i els arguments, en aquest cas, nord-americans. Es tracta d'una retirada, amb una gesticulació política enormement semblant a què el mateix país va protagonitzar l'any 2001 respecte al protocol de Kyoto 97. Sembla com si, gairebé 20 anys després estiguéssim al mateix punt! En aquestes condicions, quines garanties d'èxit té avui l'Acord de París? Si a més ens fixem en reunions més recents com ara la COP-25, celebrada a Madrid el desembre de 2019, en aquesta ocasió aflora un símptoma del mateix. La conferència arrenca amb l'ànim de donar impuls a l'ambició climàtica, es produeix un gran desplegament mediàtic, i finalment tanca sense consens en els aspectes essencials i, per tant, amb pocs resultats.

Hem de donar al problema el rang que li correspon i aconseguir marges i complacitats per resoldre'l. Som davant un problema greu i d'una magnitud important: els combustibles fòssils proporcionen avui el 80% de l'energia mundial. Aquest és un percentatge enorme i tal vegada la dada més rellevant dels estudis de consum energètic. Si aquest percentatge fos d'un ordre inferior potser estariem fent números i analitzant alternatives diverses per a la substitució dels combustibles fòssils. Sent la que és i veient que fonts diverses la confirmen, no ens queda altre remei que actuar amb contundència i anar a totes! Per tal de donar al problema la categoria que li correspon, proposem conferir a la reducció dràstica de l'ús de combusti-

bles fòssils el rang d'objectiu primordialment urgent de la transició energètica. Hem de preveure marges conservadors per a les nostres prediccions i trobar maneres d'assolir unes reduccions satisfactòries pensant en els objectius d'emissió. Les reduccions hauran de ser esglaonades i a la llarga més dràstiques que les previstes actualment! Per aquestes raons considero important comptar amb consens i complicitats àmplies per dur-les a terme. Els pactes amb els responsables del negoci dels combustibles fòssils seran de ben segur necessaris.

El rang que li correspon al problema mereix un comentari relatiu a la urgència i la importància de temes i accions. A la llarga, és important que la humanitat opti per una opció energètica sostenible i per tant 100% renovable. A la curta hem de descarbonitzar la nostra producció. Aquesta descarbonització és urgent i crítica. Això vol dir que si no la fem a temps i de forma completa, ens ve a sobre un dany irreversible i greu que pot donar lloc al col·lapse del planeta. Bé és veritat que la migració cap a les energies renovables ajudarà a descarbonitzar. Però, en quant temps? Amb quin grau de compliment? I sobretot amb quin risc de no arribar-hi? Les tasques urgents i crítiques han de ser tractades de manera dedicada i específica. En seguirem parlant.

3.1.1. Aspectes estratègics i conjunturals

Els científics del medi ambient ens estan demanant una reducció dràstica de l'ús dels combustibles fòssils i resulta que avui el petroli i també el gas són els productes estratègics amb més influència a l'economia i a l'equilibri mundial! La mobilitat de persones i mercaderies depèn enormement de gasolines i productes dels combustibles fòssils. La defensa i hegemonia de països i blocs de països està en molts casos estructurada d'acord amb la disponibilitat de petroli. Fins i tot les aliances polítiques, estratègiques i militars en depenen totalment. Tant els Estats Units com Rússia mantenen el seu estatus de potència mundial i mostren les reserves fòssils com a garantia de la seva influència. Alguns països deuen la seva independència real al fet de disposar i explotar reserves petrolíferes. El poder de països i empreses sovint es mesura per la seva capacitat de garantir el propi subministrament de petroli. En el passat les no-adhesions al protocol de Kyoto van ser un exemple a tenir present. Malgrat els bons discursos i les consideracions ètiques, els analistes de l'equilibri mundial ens han parlat gairebé contínuament de tensions i guerres a causa del petroli. Un exemple actual pot ser observar com l'autosuficiència energètica, assolida darrerament pels Estats Units gràcies sobretot a l'increment de les tècniques de *fracking* en l'extracció de petroli i gas, ha provocat canvis directes o a través del mercat en la seva política al Pròxim Orient. Qualsevol reducció de la producció de petroli o de combustibles fòssils haurà d'acompanyar-se de raonaments molt sòlids i accions que enforteixin l'alternativa proposada.

Que difícil que és, en aquestes condicions, fer un pas endavant per tal de seguir el consell o la recomanació dels científics del medi ambient! Aturant el consum de carbó, petroli i gas donàriem una resposta i en fer-ho creàriem un problema gran que no és solament tècnic. A més de tècnic, ho és sobretot d'ordre geopolític. Aturant els esmentats consums produiríem a la curta un trasbals en els sistemes de defensa de molts països, en la independència política d'altres, en l'ocupació de la ciutadania d'alguna zona del planeta, en l'abastiment de productes essencials en d'altres pobles de la terra... Recíprocament, si no fem res, el canvi climàtic tindrà conseqüències nefastes. En aquestes condicions, el problema tècnic de substituir convertidors energètics perd protagonisme i fa que les consideracions estratègiques passin a ser la primera prioritat. Perdre protagonisme o rellevància no vol dir quedar descartat. Som a la interfície de dues experteses igualment necessàries, l'energètica d'una banda i la de l'anàlisi geopolítica de l'altra. Què fem? Que trist si tots dos experts es desentenien i es justifiquen amb la coneguda frase «això no és el meu problema»! També seria trist si l'expert en tecnologia energètica es posa a fer geopolítica o a l'inrevés. Per descomptat, cal fer cas als científics del medi ambient, ells han madurat la recomanació i quan han considerat que era irremissiblement crítica, així ens ho fan fet saber. Feia temps que ho deien i sabem que cada dia que passa és més difícil fer-hi front amb solvència. En aquestes condicions hem de trobar sortida al tema i assenyalar qui pot resoldre el bloqueig produït.

Qui pot decidir què es pot fer? La veritat és que, en primera aproximació, no em sembla malament que aquesta decisió la prenguin i l'acordin els dirigents polítics i ho facin, com ara es fa, a les cimeres mundials. Hem de pensar que caps d'estat o de govern són els únics que tenen prou poder per avançar realment en aquests àmbits. Estem parlant d'àmbits que inclouen energia, defensa, progrés, independència política... Hem de creure també que els caps de govern són prou responsables per abordar aquests problemes amb els assessoraments pertinents. En aquest cas l'assessorament hauria de ser múltiple. Hi ha polítics de moltes menes i no descarto que alguns, o tant de bo molts, facin servir de manera sòlida i profunda el consell dels seus experts. No dubto que el polític amb càrrec executiu dediqui normalment un esforç a escoltar i entendre els seus experts assessors. Podríem entrar en els criteris de selecció que utilitza el polític a l'hora de cercar una expertesa concreta. Sé que aquest tema no està totalment resolt. Jo mantinc que un assessor en energia ha de poder assessorar partits i grups de tendències diverses, és a dir, tant partits de dretes com d'esquerres. Sospito que l'expert en geopolítica faria una afirmació equivalent amb els seus matisos. No tothom pensa així. Insisteixo que quan un cap d'estat o de govern necessita que els seus experts siguin de la seva ideologia, crec que hauria de meditar una mica més el fet. Personalment jo recomanaria als caps de govern que seleccionessin els experts en energia entre bons professionals, i en el dubte, i per curar-se en salut, millor que no fossin de la ideologia de l'interessat. En qualsevol cas, creguem de moment en el mecanisme establert tot demanant a

polítics que siguin escrupolosament estrictes a l'hora de cercar assessoraments. Quan un cap d'estat magnifica el consell del seu assessor energètic enfront el del seu assessor geopolític, ens podem trobar en una postura final absolutament esbiaixada que ignori una sèrie important de fets transcendents. L'afirmació recíproca, relativa a magnificar el consell del geopolític, pot resultar igualment errònia. És potser el moment de recordar que només són correctes les decisions que es prenen després d'una anàlisi àmplia dels riscos que comporten. Escoltar tots els assessors ha de permetre una avaluació adient dels riscos de cadascuna de les moltes alternatives en joc. Probablement totes comporten riscos analitzables des de coneixements de l'àmbit energètic, del geopolític i dels altres àmbits que puguin aflorar. Només si el qui pren la decisió té presents aquests riscos de forma adequada podrà prendre una decisió correcta. Els fets posteriors, i solament aquests, convertiran o no en encertada la decisió presa. La història està plena d'exemples amb resultats diversos.

Hi ha tres aspectes addicionals que val la pena considerar quan comentem les condicions de contorn de la cimera. L'un és la diversitat de temes, un segon la diversitat de representats i representants, i finalment un altre és degut al temps entre l'establiment dels compromisos i el compliment. En una cimera, els participants tenen al cap un grapat de coses diverses, amb les corresponents prioritats i opcions. La síntesi de consideracions sobre energia, convivència, meteorologia, polítiques comercials i altres pot tenir urgències particulars segons la conjuntura i el país. En una cimera hi ha participants de molts tipus que representen sobretot els ciutadans del seu país, però també els negocis públics o privats establerts, les alineacions en blocs de països, els pactes entre grups de partits... Finalment en una cimera, s'estableixen compromisos amb compliments previstos, en l'exemple més proper, entre 0 i fins a 35 anys vista. A la cimera, doncs, se li demana al participant que representi, que prioritzi sense ignorar i que adquireixi compromisos per a un futur llunyà si el comparem amb l'exercici del seu càrrec.

És potser el moment de fer un incís sobre la controvèrsia ideologia-ciència. D'una banda, els experts expressen els resultats de les seves aproximacions analítiques utilitzant el seu llenguatge; i de l'altra, els ideòlegs presenten la seva visió de les situacions tractades en el seu marc de coneixement. La societat necessita ideòlegs i científics i, donada la complexitat de la vida moderna, no crec que es pugui prescindir ni d'uns ni d'altres. El mètode, el coneixement i el saber fer són tan indispensables com la sintonia popular, la sensibilitat ètica i l'anhel de persones i grups per assolir millores a la vida real. Una de les funcions del polític, en la seva defensa de les sensibilitats i els anhelos citats, és la sintonia amb el poble i per aquesta raó el seu raonament és simple i, a cops, simplista. Aquest fet, que alguna vegada es manifesta com a element de coacció i fins i tot de bloqueig del mateix raonament, sovint i afortunadament aflora en la seva forma més positiva quan parlem d'un simplisme

comunicatiu o pedagògic. Vull deixar clar, en qualsevol cas, que la simplificació que l'ideòleg incorpora en discursos en què afloren problemàtiques científiques no ha de ser considerada pejorativament sempre que no comporti alguna tergiversació flagrant del coneixement científic consolidat. El científic sol reclamar que el coneixement aflori en el debat, no n'hi ha prou de tenir informació relativa al que estem parlant. Moltes articulacions en el debat demanen, a més a més de la informació implicada, un bon coneixement de les lògiques científiques que entren en joc. Tant si són pròpies de les ciències més físiques com si ho són de les ciències humanes. Recordem que tothom pot opinar, però els experts, a més d'opinar, analitzen i obtenen uns resultats que sovint només són criticables en el marc i en el llenguatge científics. Quan posem ideòlegs i científics en un sol debat, estem obligats a conduir correctament la seva convivència. Dic convivència i no coexistència, perquè la primera és clarament més exigent. Coexistir és simple, conviure reclama tenir present l'altre i fer esforços d'entesa. Com a afirmació de tipus general, una bona convivència entre científics i ideòlegs ha de permetre als primers d'encomanar-se de la proximitat dels segons, i als segons de l'autocrítica dels primers. Continuem amb la reconducció fòssil.

3.1.2. Què sembla que es pot fer?

Aturada, pacte i producció energètica robusta poden configurar coordinadament la solució al problema de la descarbonització. Això és:

- Aturada pràcticament de totes les combustions fòssils.
- Pacte amb els productors de combustible fòssil.
- Substitució per una producció descarbonitzada robusta.

Parlem de l'aturada d'aquí 30 anys de pràcticament totes les combustions fòssils. Parlem d'un pacte amb els productors de combustible fòssil per tal que reconduixin el seu negoci. Parlem d'una producció d'energia que, d'una forma robusta, substitueixi les combustions aturades i implementi la descarbonització. Descarbonitzar la producció energètica vol dir produir energia sense emetre CO_2 i, per tant, sense utilitzar combustions en la seva producció. Avui són operatives dues fonts d'energia descarbonitzada: les renovables i les centrals nuclears. Aturada, pacte i substitució són fets interdependents. L'aturada de cada consum concret depèn de la disponibilitat d'un subministrament substitutori i aquesta pot semblar la dependència més determinant. Veurem que n'hi ha d'altres i que dues resultaran ser extremament rellevants:

- Per facilitar el pacte amb productors de combustible fòssil, caldrà una solidesa ferma a la producció descarbonitzada substitutòria, és a dir: una producció robusta.

- Per facilitar la descentralització de la producció elèctrica, caldrà que la producció actual centralitzada sigui substituïda tenint present la nova i canviant configuració, és a dir: caldrà també una producció robusta.

Aquests dos requisits addicionals de la producció descarbonitzada substitutòria apunten cap a la necessitat de pensar la transició energètica com a transició robusta. La robustesa ens ha d'ajudar a complir tots dos requisits principals i algun altre que anirem comentant. El primer serà desenvolupat en aquesta mateixa secció, mentre parlem de reducció i de pacte i establim les primeres esmenes a l'Acord de París. El segon ho serà a la secció següent, en què abordarem la descentralització. Tots dos reapareixeran al capítol de consolidació que donarà més detall dels raonaments en joc, tot concretant el cas espanyol. D'aquesta manera intentarem abordar el fet que una exposició estrictament seqüencial dels punts que configuren la solució global no sembla viable. També és oportú recordar en aquest moment una altra condició molt rellevant de la robustesa que intentem implementar. Tinguem en ment que estem parlant d'una robustesa sòbria. Aquest és un punt que cal no oblidar i que anirem configurant conforme avanci el desenvolupament.

Recordem quins consums hem d'aturar: els combustibles fòssils avui s'utilitzen per produir electricitat, per a la mobilitat i per a usos tèrmics. De tots n'hem donat detalls tècnics i alternatives de substitució al capítol de context. Les centrals tèrmiques productores d'electricitat han d'aturar-se esglaonadament. La seva funció ha de ser substituïda per una producció descarbonitzada, funcionalment vàlida, preferentment renovable però essencialment descarbonitzada. És indispensable que la substitució es faci a temps i tenint present les dependències citades abans. En tornarem a parlar en ocasió de discutir la funcionalitat de la xarxa elèctrica.

Eliminar el combustible fòssil com a font d'energia per a la mobilitat és complex. En una primera aproximació consisteix a migrar cap al vehicle elèctric sense oblidar les seves necessitats d'energia. Recordem la magnitud del fet i les xifres mostrades per al cas espanyol: 82 milions de MWh elèctrics anuals són necessaris per a la completa substitució del vehicle privat. Recordem també les dificultats que poden aflorar a l'hora de canviar el concepte de mobilitat o de mentalitzar el ciutadà perquè cooperi a facilitar l'evolució cap un altre model més adaptat al futur de la societat.

Finalment, hauríem de parlar dels usos tèrmics. Reservar a curt termini els combustibles fòssils per a usos tèrmics domèstics i industrials per substituir-los a mitjà termini per energia de la biomassa i solar tèrmica sembla una tasca ja iniciada però difícil de culminar. Utilitzar electricitat per a usos tèrmics és una opció per a moltes situacions sempre que tinguem present el que s'ha dit en referència als rendiments. La transformació dels usos tèrmics domèstics és un tema tècnicament ben encarrilat i les seves dificultats radiquen sobretot en la gran quantitat d'habitatges man-

cats avui d'unes condicions que permetin una optimització raonable. El tot-elèctric a la llar és tecnològicament un fet però la seva implementació arreu vol un esforç superlatiu. Pel que fa als usos tèrmics industrials, el fet és més complex. Abans de res es tracta d'un consum elevat ja que, globalment als països industrialitzats, és del mateix ordre que el consum elèctric industrial. Totes les opcions estan obertes en principi, parlo de biomassa, solar tèrmica i electricitat. El tot-elèctric industrial és lluny de ser un fet i, en alguns casos, no serà viable. Transformar en elèctrics els usos tèrmics industrials de forma massiva també tindria un impacte en el consum elèctric resultant i, per tant, hauria de ser considerat.

Hi ha més punts, alguns són menors i d'altres, més complexos. Aquests van des dels avions i vaixells, fins als combustibles dels coets per viatjar a l'espai. La darrera secció d'aquest capítol en dona algun detall. La solució que permet l'aturada i substitució de les combustions és, per tant, complexa i es necessita la complicitat d'actors molt diversos per establir com i en quina intensitat som capaços d'endegar-la.

3.1.3. Pacte i primera esmena

Parlem ara de pacte. Els acords signats, i concretament l'Acord de París 2015, són confusos quan entrem en detall. En efecte, sembla com si no es considerés necessària una complicitat explícita dels productors de petroli, gas i carbó per tal de complir amb els compromisos pactats. La cimera fa front comú quan acorda les taxes d'emissió, però no quan dona a entendre que el negoci fòssil ha d'aturar-se per raons ecològiques, i no cerca explícitament una manera d'acordar-ho en consens. Comentaris col·laterals arriben a dir que una part molt important dels combustibles fòssils existents ha de romandre inutilitzada i poques paraules es diuen per mirar d'establir com podria fer-se una extinció esglaonada o laminada del seu ús. En conseqüència, la transició que emana de París 2015 sembla creure que el mecanisme establert serà definitiu a l'hora de dirigir l'esmentada extinció sense més normatives. Personalment, en soc escèptic. D'una banda i com a afirmació de tipus general, més val convèncer que imposar. D'altra banda, hi ha una llarga experiència, en estats diversos, sobre prohibir i gravar directament o indirecta productes energètics amb resultats insuficients.

Si volem convèncer i sobretot a la vista de la diversitat d'actors que trobarem, convé aprofundir primer en la presentació objectiva de la situació. Per bé que ja s'hagi demostrat que el problema de l'atmosfera i el canvi climàtic és crític, no hem aconseguit comunicar el fet de forma efectiva a un ampli sector de la humanitat. Encara hi ha qui nega la imminència del col·lapse del planeta. Fins i tot els vèrtexs de les dues superpotències no semblen del tot convençuts en la necessitat de des-carbonitzar. S'hi hauria de treballar encara més. Aquesta feina passa per gestionar i actualitzar les dades de la capacitat dels boscos i oceans del planeta per fer front al reciclat del CO₂. Per tal que aquesta gestió sigui correcta i transparent, s'hauria

d'aconseguir que el problema fos reconegut com a crític i aquest reconeixement passés a formar part del bagatge cultural del moment: ningú hauria de dubtar que la reducció de les combustions fòssils ha de ser dràstica. Encara hi ha feina d'enfortir la confiança i la comunicació. S'ha de dedicar un esforç important a la pedagogia del punt. Tots els pactes en matèria energètica haurien de venir acompanyats d'una tasca explicativa que presenti el problema, l'acord assolit i que motivi el receptor a fi que la percepció del tema sigui un fet.

Som davant un tema incert, crític i urgent en què val la pena sumar els esforços disponibles avui per ser eficaços sense fissures. Parlem primer d'incerteses. Les més notables són les que es deuen al negacionisme i a la crisi del coronavirus. El fet que hi hagi tants països i organitzacions que neguin el deteriorament de l'atmosfera o que la causa en sigui l'excés de combustions fòssils és un escull complicat de salvar que ens obliga a preveure marges importants. Trobar-nos en plena lluita per recuperar la normalitat perduda arran de la pandèmia és també una dificultat addicional. Parlem d'allò que el problema té de crític i urgent. Tenim el col·lapse del planeta a sobre amb totes les seves conseqüències negatives per a la humanitat i s'ha d'actuar amb celeritat. Si no hi hagués aquesta urgència podríem meditar més l'alternativa o els ritmes d'aplicació de les mesures establertes i dedicar uns anys o unes dècades a temptejar quina és la millor solució. Avui, però, i a la vista que la quantitat de glaç a l'àrtic disminueix any rere any i que Europa rep els seus primers huracans tropicals, costa molt defensar que tenim temps per seguir esperant nous resultats dels estudis del tema.

La primera aproximació ja dona lloc a una imatge rotunda. Els combustibles fòssils, ja ho hem dit, avui constitueixen el 80% de l'energia mundial. Estem parlant d'una substitució difícil! Si de veritat volem reduir en 30 anys, i fins i tot eliminar, l'ús d'aquests combustibles, hem d'utilitzar amb seny totes les fonts d'energia descarbonitzada que permetin la substitució de la producció per combustions fòssils. Durant aquests 30 anys no val a badar si de veritat volem assolir el nostre objectiu ecològic! Un cop assolit l'objectiu, no abans, serà l'hora de culminar la lluita. Primer ve la descarbonització, primer objectiu ecològic, i després la culminació renovable, segon objectiu ecològic. Si la fracció de fòssil utilitzat avui no fos tan desmesuradament gran, i el nombre de països negacionistes fos reduït, potser podríem valorar i comparar altres camins o maneres per fer el mateix.

Aquest darrer paràgraf permet configurar una primera esmena a París 2015. Primer haurem de descarbonitzar, assegurar que això tindrà lloc el 2050 i després culminarem el tot-renovable en un temps raonablement curt. Conforme avanci el temps i a la vista del progrés assolit, podria definir-se la data de la segona fita. Si deixem clar que l'objectiu a complir el 2050 és la descarbonització, guanyem en realisme i mantenim tota l'ambició climàtica. Amb aquesta precisió, l'ús mesurat de l'energia nuclear, que anirem caracteritzant com a element de transició con-

forme avanci el text, esdevé ja de manera més explícita un element important per donar més probabilitat d'èxit a la difícil descarbonització. L'esmena hauria d'incidir en el redactat general del pacte per tal que esdevingués més explícit a l'hora de pactar l'aturada fòssil i la descarbonització. El redactat hauria de permetre també evitar interpretacions laxes dels compromisos d'emissió! Tots hauríem d'entendre el 2050 com la data en què el planeta quedarà alliberat de les combustions fòssils. Els signants de l'acord haurien de proposar-se més estrictament el compliment de la descarbonització de la producció energètica mundial.

Permeteu-me, abans de seguir endavant, subratllar especialment una expressió utilitzada a l'hora de proposar aquesta darrera solució. He dit «hem d'utilitzar amb seny totes les fonts d'energia descarbonitzada». Una substitució dràstica i urgent no pot descartar cap font d'energia descarbonitzada, i qualsevol cosa que fem pensant en la humanitat s'haurà de fer amb seny. Una substitució dràstica farà servir tant les tecnologies que aportin solucions al problema imminent com al problema a la llarga. Una actuació amb seny respectarà països i persones. Amb seny vol dir també fent l'esforç d'entendre la urgència, la seguretat i la durabilitat de la solució proposada. Amb seny vol dir compaginant solucions reals a la curta amb solucions estables definitives. Estic parlant de compaginar energies renovables i energia nuclear. A la llarga tot ha de ser renovable, a la curta totes les tecnologies descarbonitzades disponibles han de contribuir per assegurar el canvi proposat. Aquestes darreres afirmacions no agraden a dos tipus d'actors: els que veten l'energia nuclear i els que no volen o creuen que no és viable negociar amb el petroli.

La nuclear és, en efecte, una energia descarbonitzada apta per contribuir des d'avui mateix amb contundència a la substitució dels combustibles fòssils. Ja hem reafirmat el caràcter descarbonitzat d'aquesta energia al capítol de context. Si de veritat ens importa l'èxit de l'aturada de les combustions fòssils no podem descartar-la. Si de veritat creiem que és urgent aquesta substitució, val la pena demanar als qui veten la utilització d'aquesta energia que reconsiderin la seva posició. Aquesta és una raó relativament ferma per emprar energia nuclear durant la fase, diguem-ne, de descarbonització. Entre els que no estan disposats a negociar amb el petroli, hi ha els mateixos petroliers i afins i també els que diuen que tenen altres mètodes per aturar les combustions fòssils. Els primers solen dubtar de la urgència de l'escalfament global i solen també argumentar partint de visions molt rígides de la llibertat d'empresa. Els segons solen refiar-se o de la capacitat de la societat a l'hora de gravar, limitar i prohibir, o de la capacitat de la diplomàcia per convèncer sense l'ajuda d'una fortalesa consolidada.

3.1.4. Parlem dels productors de fòssil

Entrant en el tema dels productors de fòssil, convé fer una sèrie d'aclariments previs. Hi ha països molt diversos considerats productors. N'hi ha des dels que són potències mundials com ara Rússia i els Estats Units, fins a aquells que pràcticament deuen la seva vida a l'explotació dels combustibles fòssils. Aquests darrers, en un escenari d'aturada fòssil, de ben segur que reclamaran, com a poc, la viabilitat del seu futur i el dret a una transició justa. Seria absurd no tenir present aquest fet d'entrada. Hi ha una casuística gran entre els països productors de combustible fòssil en funció del seu nivell de desenvolupament, de les seves perspectives de futur immediat i de la seva salut econòmica i democràtica. S'han de convèncer tots aquests grups que el seu negoci, que avui belluga el món, no és compatible amb la vida futura del planeta i que, per tant, l'han de deixar d'aquí un temps relativament curt. S'han de convèncer les dues grans potències perquè facin possible el pacte. La negociació global pot ser molt difícil! Necessitarem diplomàcia i a més a més fortesales! Per afinar l'estratègia necessitarem la col·laboració d'experts en geopolítica que ajudin a millorar la cohesió del que estem esbossant. Avui el pla és només un esbós preparat amb la modèstia que estem obligats a tenir, i que es concreta en alguns comentaris sobre actituds a evitar i punts a fer valdre.

Entre les actituds a evitar hi trobem la que ens podria fer pensar que n'hi ha prou de tenir raó científicament. Entendre les raons que qualifiquen d'indispensable la reducció dràstica de les combustions fòssils és un punt important dins de la transformació buscada. És fonamental comprendre-ho i divulgar-ho, però és també irremissible dedicar un esforç a convèncer i, per tant, a assolir consens i evitar postveritats incòmodes. Una altra actitud a evitar és la que pot portar-nos a ignorar la dimensió mundial del problema. Qui pensi que legislant a casa i esperant que la solució s'escampi pot trobar-se amb una total involució de la situació. En efecte, si un grup de països prohibeix l'ús de combustibles fòssils, el grup que quedi fora de la iniciativa acabarà implícitament boicotejant-la fins i tot sense prendre cap acció específica. Aquesta hipòtesi ens duria a un fracàs de la iniciativa. Recordem que el clima no té fronteres!

Entre els punts a fer valdre, podem concedir que els fòssils siguin encara vàlids per a uns quants negocis i durant un cert temps. Per a quins negocis i durant quant de temps? Aquesta aplicació laminada dels principis d'aturada i substitució permetria encetar la negociació amb aquells productors que aprecïin la possibilitat de progressar en un temps limitat utilitzant el seu recurs o també la d'obtenir algun benefici de l'explotació dels seus fòssils a la curta. Els fòssils podrien ser encara utilitzats com a energia que faciliti tasques dedicades a l'emancipació del Sud Global. En direm alguna cosa a l'hora de parlar-ne. També podrien ser utilitzats en els temes ajornats per París 2015 com ara els transports aeri i marítim. El carbó podria seguir

de forma limitada a la siderúrgia fins que la recerca trobi una alternativa. El gas podria planificar la seva extinció de forma harmònica amb la posta en funcionament de la iniciativa P2G. Això li permetria un cert aprofitament sobretot d'infraestructures existents.

La temporització d'aquesta l'extinció laminada de l'ús del combustible fòssil també vol uns comentaris addicionals sobre els països productors. Si els productors implicats són països en vies de desenvolupament amb intencions d'utilitzar el seu producte per sortir de la seva situació, aquest fet pot ajudar a centrar i temporitzar la negociació. Si el país en qüestió té en marxa la fórmula «petroli per al poble» amb pagaments directes a la població, o està governat per algun grup que es considera propietari del negoci, o està en fallida o en deute, el problema es complica però hauria d'utilitzar els mateixos punts a fer valdre. Si el país implicat basa la seva defensa en el seu petroli podríem pensar en una excepció acotada. Recordem que s'entén per *defensa* l'organització d'uns mitjans i la preparació d'unes accions coordinades amb l'objectiu de resoldre conflictes que necessitin l'ús de la força per tal de fer front, preferentment en forma dissuasiva a agressions exteriors. La defensa d'un país es pot basar en un petroli que té el país però no cremarà si no hi ha conflicte i aquest és el punt que permet acotar la magnitud del problema i concedir que el país implicat s'organitzi.

Quan parlem d'Estats Units i de Rússia, també hi ha coses a dir, clarament diferents i no necessàriament més simples. Els Estats Units van signar l'Acord de París en el tram final de l'administració Obama, es va retirar en el període Trump i ara Biden va camí de recuperar la postura anterior. Alguns passos ja s'han fet. Si mirem, però, la realitat concreta del país veurem que el negacionisme està molt arrelat, que la producció fòssil belluga una part molt important de l'economia i que el *fracking* ha portat a una revifalla notable del fòssil.

Els resultats de les darreres eleccions citades semblen positius si pensem en els acords climàtics, però no n'hi ha prou de convèncer el vèrtex d'un país on els negacionistes tenen un pes equivalent al dels motivats a afrontar l'escalfament global. Rússia també és un productor especial amb una gran capacitat exportadora de gas! D'una banda ha signat l'acord de París 2015 però d'altra banda evidencia un interès notable a seguir produint i venent gas. La postura de les dues potències afegeix incertesa al problema.

3.1.5. Segona esmena

La segona esmena essencial a París 2015 podria rebre un nom com ara «esmena per una descarbonització robusta» i té com a primer objectiu enfortir el grup de països partidaris de la descarbonització. És una esmena més complexa i més difícil d'es-

criure tota vegada que té com a fita de mitjà termini contribuir que els combustibles fòssils deixin de ser indispensables per bellugar el món. És complicat, però ens ha de permetre raonar el requisit de solidesa identificat anteriorment. Hem dit que per facilitar el pacte amb productors de combustible fòssil, necessitem una solidesa ferma a la producció descarbonitzada substitutòria. El text de París 2015 s'haurà d'esmenar de manera que encoratgi els països signants a consolidar una fortalesa en la seva producció energètica descarbonitzada. Aquesta fortalesa, que anirem caracteritzant seguidament, ajudarà la diplomàcia en el seu propòsit d'expandir el caràcter descarbonitzador a tots els països del món i a facilitar el pacte amb els productors de combustibles fòssils. En efecte si un mix adient basat en fonts d'energia descarbonitzada garanteix l'abastiment en condicions robustes i competitives amb els combustibles fòssils, el pacte és més viable. No n'hi ha prou de parlar d'una substitució realitzable, si realment volem que aquest punt sigui un punt fort en la negociació, les garanties de substitució han de ser clares, sobrades i disponibles des de ben d'hora. És molt difícil convèncer algú que abandoni el seu negoci si el seu producte té unes prestacions i un preu temptadors per a tothom incloent-hi la teva gent i el Sud Global. Només aportant diversitat i solvència en la producció energètica podrem mostrar-nos vigorosos i convèncer. Avui, només un mix d'energies renovables amb una important contribució d'energia nuclear pot satisfer aquest requisit. El vigor i la robustesa són clau si tenim el propòsit de ser realment presos en consideració. Es tracta d'una estratègia pensada per ajudar realment l'aturada del fòssil sense fer mal al Sud Global. Fixem-nos que, en aquest cas, l'aval de l'energia nuclear de què parlem aquí és més tàctic que altra cosa. Si la humanitat i els productors de combustible fòssil fossin altament socioconscients, o tinguessin un alt sentit «planetari», potser aconseguiríem convèncer amb altres arguments.

És un fet que hi ha països, organitzacions i persones negacionistes. Això és que neguen el que té de crític l'escalfament global. Atès que el clima no té fronteres, les accions d'aquests grups afecten i poden seguir afectant la resta del món. En primera aproximació podríem pensar que només els que no han signat l'Acord de París 2015 són negacionistes. Això donaria uns números aparentment optimistes. Semblaria com si 191 països donessin suport a la descarbonització! Aturem eufòries! A París s'hi va signar un text que limitava les emissions. Ara correspon garantir el compliment estricte dels compromisos! Potser algun dels 191 signants no acceptarà aquest realisme. Alguna cosa s'hauria de fer per convèncer els productors de combustible fòssil. Algunes mesures s'haurien de prendre per fer front a les eventuals «agressions» comercials que puguin establir-se si un grup de països potents segueixen consumint combustible fòssil i per tant abaratint-ne la producció i oferta.

El ple acord dels Estats Units i de Rússia amb aquesta segona esmena és indispensable. Tots dos països exerceixen unes hegemonies fonamentades, entre altres coses en les seves reserves de combustibles fòssils. La diplomàcia de la cimera,

que ha de convèncer negacionistes i exportadors de petroli, hauria de començar integrant plenament els països que practiquen hegemonies d'aquest estil. La cimera ha de reforçar la seva socioconsciència amb una fortaleza energètica que l'ajudi a ser escoltada. No es tracta d'intentar una nova hegemonia, això seria fins i tot ingenu. Es tracta de poder parlar amb els que avui són hegemònics per esperonar-los i donar-los temps perquè reconfigurin les seves hegemonies i les facin compatibles amb la descarbonització real. Quan l'energia nuclear confereix fortaleza al mix format per renovables i nuclears, a més d'ajudar molts països a salvar el col·lapse, passa a ser un trumfo per a la diplomàcia.

Seria desitjable que tots els països estiguessin en el mateix grup i tots lluitessin a favor de la descarbonització i contra el canvi climàtic. La diplomàcia i les cimeres haurien d'aconseguir-ho. Malgrat tot, hem d'estar a punt i prendre accions per al cas que no sigui així. Hem de tenir en ment que tots aquells fets del futur que siguin raonablement probables han de ser considerats. Quan un país productor de combustibles fòssils és negacionista, ho és pensant en el seu consum i també, molt probablement en la venda del seu producte a d'altres. La postura socioconscient serà més forta quan més robusta i sobrada sigui la capacitat de producció descarbonitzada. Això serà útil enfront del país productor de fòssil i enfront del que eventualment pugui sorprendre torpedinant l'economia aliena mitjançant productes que siguin barats per raons «fòssils». Tot apunta cap una situació en què trobarem els països del món distribuïts en un grup prodescarbonització i un altre fòssil-dependent.

De quina manera podem posar les coses una mica més fàcils per als propòsits de la lluita contra el canvi climàtic? Si el grup prodescarbonització pot oferir al país en dubte centrals que produeixin energia descarbonitzada i atractiva en preu i presenciacions, competint amb l'oferta del grup fòssil-dependent, la negociació serà més senzilla. Quan més robusta i diversa sigui l'oferta, més garanties tindrem que els països en dubte s'adhereixin de forma efectiva a la causa de la lluita contra el canvi climàtic. L'oferta ha de ser estratègica i versàtil, i ha d'incloure tecnologia renovable i centrals nuclears. Ha de recordar que les centrals nuclears són segures, no són per sempre, i són cabdals per tal d'ajudar a estendre la descarbonització arreu. Hem d'oferir a aquests països que volen sortir de la seva situació, una opció descarbonitzada de fer-ho amb celeritat i a un cost competitiu.

L'estratègia pot culminar en un pacte amb el productor de combustible fòssil en unes condicions prou bones pensant en els objectius de la lluita contra el canvi climàtic. Igual que hem creat unes condicions objectives per aconseguir que el nostre producte sigui atractiu per al país en dubte, també ho pot ser per al productor de fòssil. L'estratègia proposada li permetria entrar en el grup de països prodescarbonització i consolidar rotundament un pacte altament valuós per la vida del planeta.

Aturem eufòries! No és la primera vegada que utilitzo aquesta frase. Al món hi ha bastants països exportadors de combustibles fòssils i també bastants que poden trobar-se en un futur pròxim en una situació d'indecisos respecte al tema que ens ocupa. Seria ingenu pensar que l'estratègia permetria convèncer tothom, però crec que no seria correcte plegar-se de braços en una situació com aquesta. Qui es plega de braços actualment? Tot aquell que ignora la dimensió mundial del problema i es limita a fer una transició pensant exclusivament en el seu país o regió està de ple en aquesta postura. La proposta de consolidar una fortalesa en enginyeria i producció energètica, en canvi, obre un horitzó amb una probabilitat d'èxit que no tindriem fent servir només la diplomàcia.

Si aconseguim que un nombre gran de països s'avinguin a implementar una política energètica basada en un mix descarbonitzat i robust... Si aquests països es planifiquen per cobrir les demandes respectives amb aquest mix... Si el pla de treball inclou a la curta nuclears i renovables, i a la llarga 100% renovables... Si els països del Sud Global pertanyen al grup i han inclòs la creació d'infraestructures en els seus plans d'implantació... Si el vigor de la producció energètica permet una transició suau des de la realitat actual fins un demà descarbonitzat... Si la transformació s'ha dut a terme amb retroalimentació del progrés social assolit... Si la planificació temporal de la transició ha permès l'autoreestructuració de l'emprenedoria...

Si es donen condicions com aquestes, i a més oferim al productor laminar l'extinció del seu negoci seguint el que abans s'ha dit, aquest productor pot veure's empès a acceptar el fet. Les consideracions científiques i eticoplanetàries constituïrien la culminació de l'acceptació. Com se sol dir, per convèncer s'ha de tenir raó i a més a més fortalesa.

Crec que és important moure peça en el sentit apuntat. Moviments com aquest aporten un realisme i un optimisme necessaris si volem fer front als resultats de les nostres observacions. He parlat del tema amb professors, estudiants i tècnics de països que en el futur pròxim poden estar dubtant i malgrat la petitesa del meu poder d'enquesta, sospito que estem fallant com a lluitadors contra el canvi climàtic, com a ecologistes socioconscients i com a partidaris d'utilitzar el coneixement en la creació de consciència! L'oferta fòssil-dependent, ara per ara, ens està passant al davant! He parlat també del tema amb ideòlegs i polítics i el balanç d'aquests contactes no és «ni positiu ni negatiu sinó tot el contrari». El feble retorn obtingut ha estat un dels fets que m'han motivat a escriure aquest llibre.

Parlant d'un pacte amb els productors de combustible fòssil hem acabat entenent la necessitat d'una fortalesa d'enginyeria en el món prodescarbonització i d'unes centrals nuclears per contribuir-hi. Determinar la potència nuclear necessària serà diferent, doncs, per a cada país i també serà en funció de com es distribueixin

els països en els blocs esmentats. En aquestes condicions el tema deixa de ser exclusiu del mateix país. Haurem d'analitzar quin és el millor compromís entre necessitats de la demanda energètica local i la fortalesa i cohesió del grup prodescarbonització. Mentre el conjunt de països fòssil-dependents sigui gran, necessitarem robustesa i per tant necessitarem centrals nuclears. Només així aconseguirem que la descarbonització esdevingui més invulnerable. Més endavant completarem la caracterització de la fortalesa, ja que depèn també de consideracions que seran presentades en les pròximes seccions. Crec que, en qualsevol cas, és oportú recordar que la fortalesa descarbonitzadora haurà configurar-se de forma compatible amb les necessitats generals de la transició i amb la sobrietat requerida. Podem anticipar que estem parlant de capacitat de producció més que pròpiament de producció. Això vol dir que la proposta podrà ser implementada d'una manera modesta però sòlida produint només el que necessitem, però mostrant que fàcilment tindriem la capacitat de produir més i de fer front a les eventualitats que puguin sorgir.

3.1.6. Problema geopolític o problema energètic?

Som davant d'un problema alhora geopolític i energètic. És un problema mundial amb matisos per a cada estat. Tots entenem que el clima no té fronteres, cosa que reforça la universalitat del problema. També s'ha de tenir en compte, però, que cada país i cada estat té la seva situació i punt de partida particulars. Estem proposant reduir la utilització de combustibles fòssils per la via del pacte i de la consolidació d'un mix energètic robust. Per bé que el pacte és de tots, la producció d'energia està organitzada avui a escala d'estat i caldrà comptar amb els estats per tal que s'organitzin i donin suport a l'estratègia mundial.

La postura dels Estats Units i de Rússia és extremament rellevant en aquest punt. Cap de les dues potències mundials pot dir avui que doni suport al 100% la necessitat irremissible de reduir a zero les combustions fòssils d'aquí 30 anys. Podríem pensar que l'acció més eficaç en la transició energètica que ens proposem seria tal vegada, asseure els màxims representants d'aquests dos països i aconseguir-ne el suport.

Recapitem una vegada més el caràcter tàctic de la robustesa del mix. No estem dissenyant una producció exclusivament d'acord amb una demanda sinó que volem que, a més de cobrir la demanda, doni força a la negociació per la via de fer possible que els fòssils deixin de ser indispensables. El mix energètic sense fòssils ha de ser robust a tots els països del món. Cada país haurà de garantir que, a més de cobrir la demanda interna, contribueix en termes de robustesa al requisit mundial.

Si aquesta robustesa, ja ho hem dit, s'ha d'aconseguir combinant la utilització d'energies renovables i centrals nuclears, cada país del món haurà de trobar la seva fórmula específica que li permeti cobrir alhora l'objectiu propi de demanda energètica i la

contribució solidària a l'objectiu mundial de robustesa. Tots els països necessiten una altíssima penetració d'energies renovables i cadascun necessitarà un nombre de centrals nuclears que permeti el compliment dels objectius esmentats. Els països necessitats de crear la salubritat bàsica que faci possible la vida necessitaran una quantitat considerable de centrals nuclears. Altres països podran passar amb menys.

Europa hauria de tenir un protagonisme en aquesta reconducció i tres circumstàncies europees recomanen el fet. La primera és que Europa gairebé no té petroli, té una quantitat de gas limitada i té una consciència bastant generalitzada d'anar aturant l'ús del carbó. La segona circumstància la trobarem en la seva capacitat tecnològica i el seu nivell de desenvolupament general. Finalment la tercera, que podria considerar-se conseqüència de la segona, és que a Europa hi ha una consciència social prou desenvolupada que consolida un respecte bastant general dels interessos planetaris i la fa ferma candidata a assolir un nivell de sostenibilitat considerable en aquestes primeres dècades de moviment globalitzat.

D'acord amb aquestes afirmacions, Europa té avui una ocasió clara per ajudar de forma efectiva la humanitat. És l'hora que Europa enforteixi el seu europeisme constitutiu i esdevingui un exemple contribuint de forma contundent als interessos planetaris. A Europa li correspon, doncs, aturar l'ús del seu carbó amb diligència mostrant fidelitat a la primera de les seves circumstàncies europees. Li correspon també mantenir la seva capacitat tecnològica, la seva diversitat i robustesa en la producció energètica. Europa, conseqüentment, d'una banda hauria de progressar en la implementació d'energies renovables i, d'altra banda mantenir les centrals nuclears necessàries per complementar les renovables i enfortir la robustesa mundial descarbonitzada. Finalment, també, convé que Europa utilitzi la seva consciència social considerable per implementar un bon nivell de sostenibilitat. Això vol dir avançar-se a les realitzacions de la mitjana dels països del món. El rol d'Europa, que anirem precisant en la continuació del text, seria esdevenir un exemple, un assessor o un mediador en la transició energètica en general i en la reconducció de l'ús dels combustibles fòssils en particular.

La reconducció de la utilització de combustibles fòssils ha resultat ser un tema amb una càrrega geopolítica gran i extremament prioritari. Sense reconducció fòssil, simplement no hi ha transició energètica. Si com a energètics no sabem integrar els requisits que demana la geopolítica del fet, la transició energètica és nul·la.

Aquests darrers paràgrafs tanquen la descripció de l'essència de la reconducció fòssil. Dues idees addicionals completaran l'estratègia involucrada: l'una relativa a les incerteses específiques de futur pròxim i l'altra a comentaris sobre el procés de portar-la a terme. La primera serà objecte de la secció següent i la segona s'exposarà més endavant al capítol de «Consolidació de la proposta».

3.1.7. Incerteses específiques de futur pròxim

Des de l'inici d'aquest text he donat una importància significativa a la incertesa de les transformacions necessàries, siguin infraestructurals o socials. En el cas de la reconducció de la utilització de combustibles fòssils, aquestes semblen evidents vinguin originades pel negacionisme, pel coronavirus o per la postura dels Estats Units i Rússia com a potències mundials. Addicionalment alguns temes ajornats poden esdevenir font de noves incerteses.

Ni la substitució, ni molt menys l'aturada dels avions actuals són activitats previstes en la transició en curs. L'aviació és un dels camps en què sembla que anem camí de seguir consumint fòssil, cosa que només sembla raonable si alhora s'intenta reduir el nombre i la longitud dels viatges. Convindria doncs habilitar el tren per fer alguns desplaçaments que avui fem en l'avió. Deixar l'avió per creuar els oceans i no els continents!

Tampoc els vaixells actuals van camí de ser substituïts a la curta. De moment sembla que podrien seguir consumint combustibles fòssils mentre es reconverteix el sector. Hi ha alguna iniciativa de propulsió naval per altres mitjans però tot sembla encara remot. En un demà llunyà, sembla raonable aconseguir que una bona majoria dels productes manufacturats, sobretot els d'ús habitual o rutinari, es fabriquen en proximitat d'allà on s'hagi de consumir. També, si més no, el futur ens ha de portar una logística que permeti evitar transports injustificats.

Reconec que és difícil proposar algun avanç en l'àmbit d'avions i vaixells. Tot ve molt contracorrent però s'hi ha d'anar pensant i alguna realització hauria d'arribar a port dins la mateixa transició actual! És important entendre que, si avions i vaixells no apareixen avui a les propostes és degut a la complexitat i a les dimensions del problema. És complex perquè són moltes les coses que en depenen. Pel que fa a les dimensions, avions i vaixells cremen molt fòssil però altres consumidors en cremen molt més i l'opció vigent prioritza l'aturada d'aquests altres. En aquestes condicions valdria la pena pactar, si més no, una limitació raonable del volum d'activitat del sector per aconseguir que no esdevingués una àrea d'expansió descontrolada del fòssil.

Un altre dels punts en què sembla que seguirem utilitzant fòssils és en fabricacions en què el combustible s'integra en el procés involucrat, com ara el cas del carbó a la indústria siderúrgica. Estem utilitzant l'acer per tot arreu, només el sabem fabricar utilitzant carbó i avui hi ha poques opcions a punt de substituir-lo. En paral·lel amb la transició energètica s'hauria de dur a terme una recerca prospectiva per donar al tema una sortida vàlida.

Finalment, si migrar el vehicle de turisme cap a la seva opció elèctrica és complex, fer la migració per a camions, tractors, excavadores i maquinària pesada ho és molt més encara. Si parlem dels combustibles dels coets per viatjar a l'espai, les solucions són molt lluny. Satèl·lits i sondes de l'espai són una necessitat per al funcionament de les comunicacions i la seva gestió i manteniment exigeixen avui alguns viatges utilitzant coets propulsats per motors que consumeixen combustibles fòssils i que ara no tenen alternativa. Avui es parla poc del camió elèctric. Aviat ens haurem de preguntar si el tema comença a bellugar i si les realitzacions corresponents ja formen part de l'actualitat.

La reconducció de la utilització de combustibles fòssils introdueix a la transició energètica un nombre important d'incerteses específiques.

3.2. Implementació de la sostenibilitat energètica

Tal com hem anunciat, la clau per assolir una sostenibilitat energètica efectiva és, d'una banda, crear una infraestructura energètica renovable, i de l'altra, estalviar energia. La infraestructura a crear ha d'estar adaptada a l'estil de vida del futur de la humanitat. L'estalvi i l'eficiència exigeixen no solament preconitzar actuacions de consum energètic més moderat, sinó també modificacions a instal·lacions diverses tant domèstiques com industrials o de mobilitat. Aquest estalvi a mitjà i llarg terminis necessita una inversió a la curta que faci possibles els desenvolupaments necessaris.

3.2.1. Infraestructura renovable

Hauríem de construir o instal·lar generadors d'energia renovable a un ritme raonablement alt. Hauríem d'aconseguir a més que aquestes instal·lacions fossin a prop, sota un cert control de l'usuari i disposessin d'un emmagatzematge que els donés la versatilitat necessària. Hem d'aconseguir transformar la producció i el consum d'energia utilitzant recursos energètics distribuïts. Què vol dir construir *a un ritme raonablement alt*? Qui marcarà aquest ritme? La disponibilitat de finançament? La consciència de l'usuari? L'ajuda de l'administració?... El ritme de creació d'aquestes infraestructures, tal com veurem, vindrà marcat per raons altament significatives i específicament pròpies de la sostenibilitat.

La societat del futur i la seva producció energètica han de ser el resultat d'un procés d'adaptació mutu. Serà doncs l'avanç d'aquest procés qui marqui el ritme de construcció de les noves infraestructures. Òbviament, la disponibilitat de finançament, la consciència de l'usuari, l'ajuda de l'administració i altres circumstàncies també hi tindran influència. El tot-renovable no pot sortir del cap d'un pensador, per molt savi

que sigui! Com tot a la vida, hi pot haver una planificació de principi, però el que esdevé fonamental és la retroalimentació de la pràctica. Estem parlant d'una adaptació mútua que serà probablement diferent del que pugui anticipar el pensament. No estem construint un tot-renovable a mida ni de com és la societat avui, ni tampoc de com imaginem que serà d'aquí uns anys. El volem a mida de com es vagi configurant la societat, les seves infraestructures i els usos en el futur. És clar que primer ens hem d'arriscar una mica a predir el que volem, i després hem d'estar atents sobretot per corregir en funció del que vagi fent-se realitat. Globalment no ens podem entretenir, però si acceptem que objectius addicionals ens marquin el ritme, podem caure en l'error de menystenir la finalitat primordial que és la sostenibilitat futura. Som a les portes d'una transformació del territori i dels costums de les persones que hi viuen i això és un fet que vol cautela. D'una banda, s'han de respectar les inèrcies que, de forma natural, desacceleren qualsevol procés de canvi del dia a dia de les persones, però d'altra banda s'ha de tenir molt present que tenim una necessitat imperiosa d'assolir una nova manera d'entendre la producció d'energia i la vida.

Hi ha realitzacions industrials renovables en funcionament o en projecte que mostren ja avui una bona projecció de futur, com ara els camps solar-fotovoltaics associats a indústries de tipus mitjà. La seva raó de ser fonamental emana del gran potencial de l'energia solar. A més a més, alimenten processos que utilitzen l'energia en forma d'electricitat, ubicats en naus industrials amb extensions de coberta o teulada adequades a la captació de la potència solar necessària i treballen sobretot en horaris laborals, és a dir, durant el dia i per tant en hores de sol. Perseverar en la proliferació d'aquests tipus d'infraestructura és un punt a potenciar i a fer realitat. De manera semblant, hi ha realitzacions domèstiques, com ara la que es pot implementar en una casa mediterrània unifamiliar, ben aïllada tèrmicament i proveïda d'una superfície de captació solar suficient i que mostren condicions anàlogament efectives. Insistir també en l'expansió d'aquesta mena d'infraestructura és novament quelcom altament eficaç.

Malgrat tot hi ha moltes situacions absolutament llunyanes a aquestes, on el tot-renovable mostra seriosos problemes d'implementació. Abastar d'energia àrees d'habitatges densament poblades és complicat per raons de superfície de captació. Recordem els 20 m² que necessitava una llar consumint 4000 kWh l'any. Recordem que, en aquell cas, a més de la citada superfície de captació necessitàvem bateries suficients per emmagatzemar l'energia elèctrica un cop produïda i recuperar-la quan calgués. En moltíssimes llars aquest fet és impensable. Tot s'agreuja més encara pel fet que avui els consums domèstics tenen els seus màxims en hores en què no hi ha sol.

En algun moment hem dit també, utilitzant resultats d'una situació ideal, que 80 m² per habitant, a la latitud de Barcelona, podria ser una primera aproximació

a la superfície per càpita a dedicar a una captació solar que permetés produir, al cap de l'any, tota l'energia necessària. Tot recordant les hipòtesis que hem fet aleshores, comparem ara aquesta superfície amb els m²/habitant per a diverses poblacions i àrees obtingudes a partir de les seves densitats de població. Considerem la taula 5.

Població	Densitat població (habitants/km ²)	Superfície per càpita (m ² /habitant)
L'Hospitalet de Llobregat	21365	47
Barcelonès	15633	64
Catalunya	239	4181
Espanya	94	10683

Taula 5. Densitat de població i superfície per càpita en diverses àrees

És obvi que la superfície disponible per càpita ha de ser tal que permeti el conjunt d'usos que fan possible la vida dels habitants, això vol dir incloure: habitatges, carrers, carreteres, tallers, conreus, oficines, locals d'oci... Si el límit inferior ideal per a la captació solar és en algunes zones ja de l'ordre del disponible, queda clar que l'habitant d'aquesta àrea o població tindrà dificultats per aconseguir la funció. Aquest és el cas de l'Hospitalet o el Barcelonès on de ben segur convindrà aportar enginy i pacte amb territoris veïns per resoldre el problema. Aquestes xifres assenyalen unes dificultats a àrees denses i valoritzen els camps solars a ubicar en àrees seleccionades específicament amb aquest propòsit. També ens apunten que el gran potencial de l'energia solar haurà de ser captat no solament en totes les teulades d'edificis del país, sinó també i potser sobretot en camps solars. Les xifres mostren però, i aquest punt és important, que les dificultats en qüestió no són insalvables. Fixem-nos-hi, analitzem els valors de m²/habitant per al conjunt de Catalunya o d'Espanya i veurem que amb una ordenació correcta del territori som davant un problema de gran envergadura però assumible. Aquesta és una raó més que ens recorda que la implementació renovable i distribuïda ha de ser el resultat d'un procés de mútua adaptació entre la societat i la seva infraestructura de producció d'energia renovable. Promoure instal·lacions pilot que intentin resoldre amb innovació i amb seny aquestes situacions difícils és una tasca urgent si pensem que la major part de la humanitat viu en zones densament poblades i manifesta clarament la seva voluntat de seguir-ho fent. A tot el món hi ha àrees amb densitats de població iguals o superiors a les de l'Hospitalet o el Barcelonès que exigeixen enginyeria i ordenació territorial.

A més del fet territorial, que és molt rellevant, convé no oblidar un fet ja citat anteriorment. La fabricació de panells solars i de bateries elèctriques necessita la utilització d'una sèrie de materials qualificats d'escassos. Aquest és un punt que aflora de tant en tant, però no amb la contundència necessària. Qualsevol transició energètica hauria de fomentar un tractament adient d'aquest problema. No n'hi ha prou d'incentivar la instal·lació de panells solars. L'incentiu hauria de complementar-se amb activitats de recerca per optimitzar-ne la funcionalitat i diversificar els materials necessaris tant per a panells com per a bateries. Fins i tot, arribat el cas desitjat d'un ús massiu d'aprofitament solar fotovoltaic, potser s'haurien de prendre accions per a garantir el subministrament dels seus materials indispensables.

Hi ha un fet que ens ajuda en aquesta transició i convé valorar-lo. Aquest fet consisteix en l'autoconsum i la venda d'excedents d'energia. Per entendre el fet recordem que a dia d'avui produïm pràcticament tota la nostra energia elèctrica de forma centralitzada però aspirem en un futur a convertir la nostra producció en quelcom altament descentralitzat. La versió actual és viable gràcies al fet que disposem d'unes infraestructures, bàsicament línies i xarxes elèctriques, que faciliten el transport de l'energia entre els punts en què es produeix i es consumeix. A la versió del futur el gran transport d'electricitat no serà necessari, ja que tot es produirà en proximitat. En l'estat actual de les coses ja hi ha una experiència en l'autoconsum i la venda d'excedents. Això s'està fent de forma limitada i generalitzar aquestes estratègies ha de ser una bona ajuda que faciliti la migració de la situació actual cap una estructura descentralitzada.

Mentre duri aquesta transició, les comunitats energètiques podrien vendre els seus excedents d'electricitat, revertir-los a la xarxa elèctrica per ser utilitzats per altres usuaris o altres comunitats. Durant la transició i conforme creixen els recursos distribuïts, les necessitats de producció centralitzada haurien de ser en principi decreixents per bé que caldrà una planificació. La xarxa elèctrica, parcialment descentralitzada, hauria de mantenir les seves capacitats de regulació per fer front a les noves dinàmiques d'ús que vagin apareixent. Arran de parlar de l'aturada de les centrals tèrmiques, hem recordat ja la necessitat que la producció actual centralitzada fos substituïda tenint present la nova i canviant configuració i complint uns requisits. L'aturada esglaonada de les centrals tèrmiques coincidirà en el temps amb la descentralització de la producció, i el fet vol una coordinació que permeti seguir cobrint els pics de potència, seguir garantint regulacions de paràmetres elèctrics i fent front als problemes generats per la ubicació geogràfica dels canvis implementats. L'auto-consum i venda d'excedents, en qualsevol cas si es prenen les precaucions necessàries, en principi juga positivament en la transició.

Com han de ser les comunitats energètiques? Com han de ser a fi de ser eficaces i complir amb la finalitat que se'ls encomana? Ja s'hi treballa i s'hi ha de seguir tre-

ballant! En fer-ho afloraran fàcilment aspectes socials i d'infraestructura molt significatius. És també el moment en què l'usuari, probablement assessorat per tècnics, urbanistes i arquitectes en general, hi digui la seva. Constituir comunitats d'aquest tipus i amb aquests requeriments donarà lloc a canvis socials. La societat haurà de canviar! En el futur la nostra manera de viure haurà d'adaptar-se a la manera com sabem produir energia renovable! Igual que en el passat els caçadors-recol·lectors un dia van esdevenir agricultors i ramaders! Com a afirmació de tipus general, molts hi estem d'acord! Fem-ho! Preguntem-nos primer: fins a quin punt la societat pot canviar? En quines condicions canvis importants, com els que semblen ser damunt la taula, podrien arribar a un final satisfactori? De quina manera podem ajudar a conduir aquests canvis perquè realment es facin amb fermesa, sense gaires retrocessos i en un temps raonable?

Hi ha un debat pròxim, amb algunes connotacions semblants que ens pot ajudar a acotar l'entrellat. Es tracta del debat sobre la densificació urbana. Va ser encetat fa temps i ha tingut resultats diversos, però val la pena seguir-lo. És un debat enrevessat i dominantment tècnic, per bé que involucra aspectes culturals i ciutadans. El discurs dels especialistes en densificació ens mostra com la complexitat del tema és anterior a l'actual transició energètica. Implícitament, però, ens està dient que avui, un cop engegada la transició, el seu debat ha estat reobert amb una contundència notable. Tornem als trets essencials de la densificació. Recordem les excel·lències de la ciutat compacta enfront de la ciutat difusa. La ciutat compacta pot lluir la proximitat als serveis, estalvi de recursos, eficàcia del transport públic i en general facilitar la vida en comunitat. La ciutat compacta sembla tenir tots els pronunciaments favorables i, malgrat tot, sembla evident que les ciutats reals a cops són compactes, a cops són difuses, a cops són quelcom entremig. Les raons que ens porten a aquesta situació són tan naturals com la vida mateixa. La llibertat del ciutadà el pot portar a renunciar a alguna de les eficàcies de la ciutat compacta a canvi de la proximitat a la natura o d'allunyar-se de sorolls diversos. Els grans trets constitutius de les ciutats reals avui són el resultat d'un llarg procés en què ha incidit, a més de les polítiques territorials, les recomanacions dels urbanistes i les decisions ciutadanes amb les seves components ideològiques i totes les seves naturals llibertats i coaccions.

La societat hauria de canviar per fer avançar la transició energètica! La societat té també altres raons de canvi i algunes són extremament importants! Recordem que, d'una banda estem en plena revolució tecnològica i, de l'altra, volem més resiliència. La primera d'aquestes raons ens fa considerar la innovació en comunicació, robòtica i digitalització i els corresponents canvis en la infraestructura productiva. La segona vol superar la vulnerabilitat evidenciada en la crisi del coronavirus. La revolució tecnològica va camí de tenir un gran impacte en l'estructura industrial, en l'ocupació i en el dia a dia de la nostra societat. Com en totes les revolucions, es confia que a la llarga en sortim globalment beneficiats, però a la curta sembla que les dificultats seran

enormes. Hem d'estar preparats per assumir canvis que avui són incerts de pronosticar. Tampoc podem oblidar que, si volem més resiliència, haurem de portar a terme iniciatives diverses com ara repatriar fabricacions essencials o protegir l'agricultura de proximitat. Arran d'aquest darrer punt, el futur ens pot portar a algun litigi entre terres de conreu i camps solars que naturalment convindria evitar de rel. La societat i la seva infraestructura energètica s'han d'adaptar l'una a altra.

La societat, però, rarament ha canviat a cops de reglament i els responsables d'activar el camí legislatiu que faciliti aquests canvis ho han de tenir present. El legislador hauria de pensar tant els casos que avui ja mostren una bona projecció de futur, com els que en l'actualitat mostren serioses dificultats d'adaptació al tot-renovable i establir un marc regulador estable. Aquest és un punt difícil de resoldre! Per als primers, els reglaments haurien de permetre una ràpida solució de disseny i instal·lació d'infraestructura renovable i distribuïda. Per als segons, que curiosament són majoria, s'ha d'oferir quelcom específic i això no s'improvisa. Els reglaments actuals estan donant una resposta suficient als casos assenyalats abans com ara els que mostren una bona projecció de futur o casos simples, tant industrials com domèstics. Es pot treballar en la solució d'aquests casos i això es va notant!

Que poc s'ocupa la societat dels ciutadans i negocis que avui dia mostren serioses dificultats d'adaptació al tot-renovable! A vegades sembla que implícitament t'estan dient: «marxa d'aquesta ciutat tan compacta que no té espai per construir camps solars»! Hi ha moltes ciutats compactes que en la seva història recent han aconseguit millores importants en àrees diverses lligades al benestar, i ho han fet gràcies a la seva qualitat de ser compactes. La tasca de conservar les ciutats millores i fer-les compatibles amb un futur tot-renovable és complexa. La complexitat pot ser més gran encara si combinem el problema de la captació d'energia amb la mobilitat. Reduir el trànsit sembla el més raonable, però que diferent és compartir vehicle en un entorn compacte i en un de difús! Serà necessari començar a treballar amb encerts i desencerts, corregint implementacions errades, repetint solucions exitoses i consolidant el més convenient. Serà necessari estimular l'emprenedoria per aconseguir-ho o tal vegada caldrà la renúncia a alguna comoditat. De ben segur, la ciutat compacta haurà d'associar-se amb municipis veïns. Durant el procés d'adaptació potser algun ciutadà i algun negoci marxaran de la ciutat compacta... Som davant un procés molt connectat amb altres consideracions urbanístiques i per tant d'una complexitat notòria. És també un procés amb un agreujant rebuscat: el problema afecta en uns aspectes els habitants i negocis de ciutats denses i en altres els de ciutats més difuses i medis rurals. Aquest darrer punt complica la recerca de solidaritats fructíferes. Hem de posar fil a l'agulla per tal d'encarrilar correctament el problema i assegurar el camí que ens porta al tot-renovable.

El desenvolupament de recursos energètics distribuïts es troba, en aquest moment, en una conjuntura enormement interessant. Hi ha incertesa però hi ha un gran potencial! En conjuntures així només hi ha una manera d'avançar: treballant, observant i corregint. Parlem de treballar en desenvolupaments reals. Parlem d'observar les capacitats obtingudes. Parlem de corregir i ajustar segons comparem resultats amb previsions. Estem parlant de correccions i ajustos tant tècnics com socials. Entre els tècnics, hi hauria, per exemple, la millora de la tecnologia de captació solar; entre els socials, hi podríem comptar el reconvertir el tipus d'ús del sòl en algunes zones o el desplaçar alguna part de la població per tal d'integrar-la a alguna comunitat energètica convenient. Quan preguntem als desenvolupadors d'aquests recursos una predicció de realitzacions per al futur pròxim i el seu calendari de posada en operació, hem d'entendre que la resposta és difícil de concretar avui.

Treballar vol dir començar amb el desenvolupament legislatiu i reglamentari. Convindria fer-ho amb col·laboració amb els afectats i en un temps raonable i sense oblidar la casuística que en aquest cas pot ser extensa. Reglamentar quelcom nou és una tasca complexa que vol una dedicació especial i una dosi important de realisme predictiu. És el moment de recordar que els afectats som probablement tots!

S'hauria de continuar amb el disseny de les instal·lacions intentant fer front al repte i a les dificultats generades, ja siguin per la baixa densitat energètica de la captació solar, per les particularitats de la ciutat compacta, o per les raons que siguin. Ja n'hem parlat. Un aspecte important que genera una feina innovadora és la utilització constructiva de la informació en línia relativa als subministraments, salvant problemes com ara la confidencialitat de dades. Hi ha feina a fer en aquest àmbit. La creació de comunitats energètiques seguint els reglaments d'agregació de la demanda és una de les tasques amb més contingut del procés.

Una de les grans directrius europees en aquest àmbit radica a aconseguir la intervenció i l'empoderament del ciutadà en la nova estructura. A l'hora de preparar reglaments, el ciutadà està representat pel polític que dirà la seva i també consultarà el desenvolupador de l'enginyeria, l'arquitecte i els experts que convingui. Que bé si en aquest procés es compta també amb aquell emprenedor que pugui aportar el dinamisme necessari a tota nova realització a canvi d'obtenir un benefici raonable. Que bé si aquest emprenedor té, com hem dit en una altra ocasió, unes dimensions adequades a la funció que se li està encomanant! El procés de creació d'agregacions d'usuaris necessitarà doncs un seguiment específic per tal de garantir els plans previstos i eventualment fer front a reticències que dificultin la implementació. Conforme avanci el procés s'haurà de comprovar, no solament el seu progrés, sinó també el fet que es mantingui la capacitat de predir com quedarà la xarxa elèctrica i com millorarà la seva flexibilitat gràcies a les implementacions dutes a terme. Conforme avanci el procés s'hauria de poder corregir amb

més evidències la predicció de potència plenament regulable que necessitarà en cada moment a la xarxa.

La implementació de recursos energètics distribuïts pot constituir avui a Occident una autèntica inflexió històrica a recordar anys a venir. Ciutadans, polítics i tècnics haurien d'estar a l'altura que la circumstància demana per tal de fer possible la transició. Que complicats poden arribar a ser els propers anys de desenvolupament, implementació i retroalimentació!

Dins l'àmbit de la implementació renovable, és important no oblidar una sèrie d'iniciatives que són modestes, però que, ben portades, poden esdevenir no solament un bon exemple de sostenibilitat i socioconsciència sinó també una solució localment vàlida. És important, consegüentment, aprofundir amb rigor i realisme en la seva utilització en zones que assegurin l'equilibri entre àrea de captació solar en l'àmbit domèstic, superfície de bosc regenerable o de cultius energètics a la regió i necessitats del col·lectiu implicat. Les zones mitjanament poblades, a les nostres latituds, solen disposar de boscos relativament extensos. D'una banda, aquests boscos contribueixen a l'absorció de CO_2 i poden produir llenya o biomassa forestal i també fusta per a altres usos. D'altra banda, ens convé que la zona de bosc es mantingui neta i amb una càrrega tèrmica limitada perquè el risc d'incendi estigui raonablement sota control. També és important que no en perilli la capacitat de regeneració natural. Gestionar un bosc amb criteris sostenibles és una tasca potser no molt complexa però, per descomptat, multifrontal. Novament la gestió no pot seguir criteris dominats per l'eficiència i l'economia. Un bosc hauria de ser el resultat del compromís que permetés el compliment raonable del que està en joc.

Per tot el que s'ha dit en aquest apartat, és important que el tot-renovable s'asseleixi de forma sòlida per mútua adaptació entre societat i infraestructura energètica i de manera desacoblada de la descarbonització. Si a una tasca complexa com aquesta li afegim la pressió que suposaria haver de respondre en data a més a més els objectius de descarbonització, probablement dificultaríem els compliments en joc. Si per contra, distingim la descarbonització i la culminació, com a dues grans etapes amb creació d'infraestructura energètica renovable i eficient, augmentem les garanties d'èxit global. La descarbonització es faria utilitzant totes les fonts descarbonitzades disponibles, assegurant les fites mediambientalistes. La culminació completaria la creació d'infraestructura energètica renovable i eficient iniciada fins a assolir un tot-renovable harmònic amb la societat canviant.

3.2.2. Estalvi i eficiència

Aquest àmbit d'eficiència i estalvi energètics ens porta a preveure actuacions que limitin el consum energètic i també a modificacions en instal·lacions domèstiques, industrials o de mobilitat. Aquesta iniciativa hauria de permetre enfortir els objectius

de sostenibilitat traçats a l'hora de la creació d'infraestructura de producció renovable. Les accions encaminades a limitar el consum per la via d'incidir sobre els hàbits dels usuaris tenen una gran proximitat amb el que més endavant tractarem amb el nom d'*acords de sobrietat*. Atès que aquestes accions de mentalització i de conscienciació de l'usuari de l'energia i del ciutadà en general afloren al llarg de tot el text, en aquest apartat em cenneixo a temes de crear infraestructura. Començem, doncs, a continuació alguns aspectes de l'optimització de l'estalvi energètic a l'entorn domèstic, industrial i de mobilitat. Diguem també de pas que en aquest apartat d'estalvi i eficiència la proposta coincideix bastant amb l'opció vigent i, per tant, d'acord amb el comentari general fet anteriorment, només destacarem aquells aspectes de la proposta que mostrin alguna diferència notable.

El procés d'optimització tècnica dels consums domèstics és una tasca ja encetada en què val pena continuar treballant amb empena. Si a la llar hi trobem electrodomèstics, il·luminació, calefacció, aigua calenta, cuina i refrigeració, ens correspon revisar cadascuna d'aquestes àrees i aprofundir-hi en l'optimització des del punt de vista d'estalvi d'energia. Val a dir que la major part d'aquestes optimitzacions són accions que han estat encetades i ja tenen un grau de maduresa. L'etiquetatge dels electrodomèstics per iniciativa europea té més de 20 anys. Les revisions obligatòries a calderes domèstiques són una pràctica habitual. Les bombetes d'avui són clarament més eficients que les d'un passat relativament recent... Les coses són més complicades quan la seva correcció vol una reforma i una inversió considerable. Els experts solen dir que, seguint els reglaments vigents d'edificació, l'habitatge de nova construcció acostuma a resoldre correctament el compromís entre aïllament tèrmic, confort raonable, cost de la instal·lació i consum d'energia de climatització. El problema és gran quan encarem l'acondicionament de l'habitatge existent. Realment són molts els habitatges difícils de remodelar per assolir una climatització eficient. Hi ha una normativa per remodelar-los i és important recordar que la certificació energètica de l'habitatge dona pautes per abordar el tema. Hi ha també un impuls institucional que, vista la magnitud del problema potser haurà de millorar. La rehabilitació d'edificis va assolint les fites. El seu seguiment és difícil com totes les millores que depenen de l'usuari.

L'estudi de les necessitats energètiques dels processos industrials ens recorda que ja avui tenim maneres de ser més sobris. És un tema en què hem de reconèixer que ja s'està fent quelcom i en alguns casos amb contundència. Gairebé sempre la motivació d'aquest tipus de limitació ha estat econòmica i la iniciativa ha estat d'estalvi directe. El problema aflora quan intentem generalitzar l'acció per tal que tingui un impacte real en l'objectiu de sostenibilitat global proposat. Un exemple clar és el de l'acabat d'un producte. Molts acabats vistosos i estèticament atractius que són definitius a l'hora de vendre productes, són energèticament costosos! Això està passant i és enormement difícil de regular! L'acabat i els components estètics dels productes de consum són sovint el fet que decanta el comprador cap a una opció

o una altra! La publicitat sol destacar aquests trets enfront dels més funcionals que sovint són semblants als que ofereix la competència! Que complicat serà convèncer l'innovador que utilitza aquesta pràctica! Potser caldrà fer altrament! Aquí la planificació de l'estalvi pot entrar en conflicte novament amb l'emprenedoria en general que pot estar basant la venda en el caràcter estètic del producte.

La iniciativa anomenada *cogeneració* mereix un comentari. Per bé que neix aprofitant una energia que en el passat era un residu, moltes de les implementacions realitzades fan servir combustibles fòssils. Som davant d'una situació que convé tenir present des del primer dia, a la llarga les cogeneracions hauran de ser de biomassa, a mitjà termini i segons les circumstàncies poden ser raonables cogeneracions que utilitzin altres combustibles.

Un comentari semblant es pot fer en relació a la valorització energètica de residus que malgrat tot és una arma de doble tall. D'una banda proposa un reciclat, i d'altra banda va contra-corrent amb el tema de reduir els continguts energètics dels productes manufacturats. A mitjà termini l'hem de considerar una iniciativa perfectament avançada i prou innovadora per merèixer un impuls i, per tant, comptar dins les estratègies de transició energètica. És important tenir en ment, però, que paral·lelament estarem fent esforços per tal que els productes fabricats incloguin un contingut en energia més limitat i per tant això portarà molt probablement a residus amb menys poder calorífic i menys retorn en energia.

S'ha de treballar amb més contundència per limitar els nostres transports i viatges! Que poc hem fet globalment fins avui! Podem començar el tema per allò que sembla més positiu, és veritat que en molts països el transport públic de persones en desplaçaments quotidians i rutinaris constitueix un autèntic punt fort, funciona bé i es té consciència de la importància del seu ús. En aquest àmbit, el moment actual ens demana una atenció a una iniciativa que podria i hauria de tenir ben aviat un gran impacte. Igual que l'energia més verda és la que no gastem, el desplaçament més «eficaç» és aquell que no cal fer. Parlo de la iniciativa de treballar des de casa i evitar els desplaçaments a l'oficina! Crec que són moltes les tasques que avui es poden fer en teletreball i que, si així es fes, notaríem un impacte positiu al servei de trens i autobusos, al consum de combustibles, a la contaminació i a la sobrietat de la societat en general.

Molt diferent és la dinàmica dels viatges, sobretot els de lleure. Reduir el nombre i la importància dels viatges sembla un dels punts a considerar si de veritat volem endegar acords contundents de sobrietat. Aquí estem en una situació diametralment oposada al que fora desitjable! Avui es viatja molt més que fa 25 anys! El viatge de lleure ha esdevingut un espai d'activitat creixent amb bons resultats tant per als negocis involucrats, com ara avions, vaixells, trens, aeroports... com per

a les zones receptores del turisme amb hotels, restauració, governs i col·lectius locals... fins i tot per als qui preconitzen la «venda» d'experiències en substitució de la venda de coses... El viatge de lleure i el turisme estan de moda. Moltes són les regions del món que han posat en marxa la seva emprenedoria per fer viable i solvent aquesta indústria que en algunes zones ha arribat a produir eufòries col·lectives! Limitar els nostres transports i viatges provocarà de ben segur conflicte amb diversos estímuls socials. No solament l'emprenedoria es veurà afectada, sinó també els estímuls de temps lliure i de família. Que difícil serà avançar en aquest àmbit!

3.3. Acords de sobrietat

3.3.1. Aquest és un tema complex!

No parlarem només de sobrietat energètica, parlarem de sobrietat d'un àmbit molt més ampli! Per què? Hem de fer front a un tema que, malgrat que té un impacte important en la problemàtica energètica, és a penes citat en els discursos sobre la transició. Hem de preveure la mitigació dels efectes que el productivisme té sobre el consum d'energia. Els estudiosos ens ajuden a entendre que el productivisme i malbaratament energètic estan lligats d'una manera molt propera. El productivisme és causa rel del malbaratament però també n'és l'efecte. Hem vist com tots dos es potencien mútuament! També hem vist el lligam del productivisme amb el que anteriorment hem descrit com a estimul social consolidat a la societat global. Fins i tot hem arribat a detectar i senyalar que estem en una societat en què sembla com si poder gastar energia fos un dret d'alt rang i en conseqüència, posar-hi dificultats podria ser considerat un atac a la iniciativa emprenedora.

Aquests lligams tan immediats a vegades ens confonen i ens porten a separar problemes que no són gens separables. És ben veritat que, com a afirmació de tipus general «separar problemes és començar a resoldre'ls», però, en aquest cas, això no és viable. Si resolem el problema energètic avui però deixem que la societat continuï amb el seu tarannà productivista demà tindrem novament un problema energètic. Fa anys i anys que fem denúncies verbalment contundents contra el consumisme, la voracitat energètica, el malbaratament de béns de futur, les agressions al medi... Benvinguts aquests discursos i benvingudes també les accions que es duen a terme per resoldre o encarar totes i cadascuna d'aquestes transgressions, però la correcció no serà satisfactòria si, d'una banda frenem voracitat, malbaratament i agressions, i d'altra banda perdonem el consumisme. Estudis solvents ens deixen veure que la societat mundial no està ni tendeix cap a un equilibri saludable, just i equitatiu. Parlo d'un equilibri en què es produeixi sobretot per viure. Aquest és potser l'equilibri que fermament desitja la humanitat. Avui malauradament els més febles són nombrosos, molts no tenen els mínims

indispensables per viure i ni estan ni se senten protegits constructivament pel sistema.

Estem proposant quelcom radicalment nou? Probablement no; hi ha textos de sempre denunciant aquests fets i també hi ha intents diversos des del món ideològic, científic i polític. Quins passos endavant s'han fet? Per què aquests passos no han estat més contundents? S'han fet passos contra la voracitat energètica! S'ha fomentat el transport públic i entre tots paguem el dels racons més castigats. Malgrat que no tothom, molts hem fugit d'anar amb cotxe propi a tot arreu i quan volem! S'han fet passos contra el malbaratament de béns de futur i contra les agressions al medi! Avui tenim una protecció del paisatge, una tímida ètica de la mineria i uns modestos ajuts a les energies renovables. S'han fet unes quantes coses!

S'han fet passos contra el consumisme pròpiament? Sí, però amb menys afany! S'ha dit que pertorba les nostres vides i decisions. S'han potenciat espais on ubicar el discurs del qui ideològicament opina en contra i ho manifesta. S'ha acceptat un codi ètic que fa de la publicitat avui quelcom una mica més humà que el que teníem ahir.

Si el productivisme ha estat clarament identificat com a causa rel d'un ampli conjunt de dificultats, ens interessa saber què s'ha fet contra el productivisme. Només molt indirectament ha estat lleugerament reformat o maquillat. Benvingudes les consideracions realitzades en el camp, però la humanitat necessita més que mai un pas endavant més clar i més contundent que els que s'han fet fins ara.

Algú pot dir que les cimeres sobre el canvi climàtic, els pactes sobre polítiques de residus o fins i tot els Objectius del Desenvolupament Sostenible són acords de sobrietat! Conceptualment podem admetre una part d'aquestes afirmacions, és important no menystenir accions que van en la bona direcció. La complexitat del tema rebaixa automàticament l'ambició d'aquesta secció! Sé que és difícil acabar aquesta part del text tal com m'agradaria, això és amb un nivell de concreció equivalent al de les seccions anteriors. Això no sembla viable. El tema s'escapa de les mans amb facilitat. D'una banda hi ha experts en sobrietat, però d'altra banda hi ha una gran quantitat de gent involucrada amb el problema energètic que absolutament no consideren que la sobrietat tingui cap relació amb la transició. Molts dels experts en sobrietat descriuen sobretot de quina manera volen trencar amb el present del planeta i dels seus textos costa treure'n algun punt que permeti predir en quins termes es podria produir un consens o una aproximació.

3.3.2. L'estat estacionari del planeta

El concepte d'*estat estacionari* ens pot ajudar enormement pel que fa a l'entendiment del tema que ens ocupa. Un sistema està en estat estacionari quan les seves propietats essencials no varien en el temps. El concepte és significatiu en camps molt diversos, personalment l'he utilitzat sobretot en àmbits com la termodinàmica o la transferència de calor, però és intuïtiu copsar que també és vàlid en economia, sociologia i totes les ciències que tracten de la predicció de comportaments dinàmics i caracteritzen idees tan universals com l'equilibri o l'estabilitat.

És un fet que d'una paret calenta d'un escalfador elèctric extraurem més calor quan més temperatura tingui. Però també és veritat que no podem augmentar indefinidament la temperatura de la paret ja que material de què està feta es pot acabar fonent o deteriorant-se i una paret a alta temperatura pot significar un risc d'accident per a les persones que hi siguin a la vora. L'òptim d'aquesta transferència de calor el trobarem a una temperatura moderadament alta que garanteixi la integritat del material afectat, constitueixi un risc tolerable, permeti una extracció suficient de calor i estabilitzi el cabal de fluid escalfat i la temperatura a valors estacionaris i raonables per al procés.

El món de l'enginyeria i la vida mateixa estan plens d'optimitzacions semblants a la de l'exemple anterior. En el món de l'economia també sovintegen les al·lusions i els estudis que utilitzen el concepte d'*estat estacionari* que sol aparèixer com el resultat d'una optimització. Hi ha textos científics abundants que tracten en profunditat els grans conceptes i paràmetres utilitzats.

La humanitat i el planeta on vivim són finits i el seu funcionament pot ser optimitzat raonablement. Hi ha estudiosos que han produït una informació sistemàtica que pot ser d'utilitat a l'hora de facilitar el debat i el progrés en el tema de la sobrietat. Hi ha una literatura científica que ens explica on som i quin grau de maduresa tenen els estudis corresponents. Avui tenim també alguns indicadors que faciliten posar a l'abast del gran públic les estratègies a debatre i a dur a terme. Sabem també una mica com podria ser un demà equilibrat que, segur que seria més ecològic i més solidari! Algun estudiós també ens ha desvetllat que assolir per a tots i cadascun dels habitants del planeta el nivell de confort que el ciutadà d'Occident ja té avui no sembla viable! El ciutadà d'Occident haurà de viure de forma més sòbria!!! Això s'haurà d'explicar, s'haurà d'entendre... El progrés en aquest àmbit pot ser difícil i, en qualsevol cas, haurà de venir avalat pel millor coneixement científic disponible!

3.3.3. Què s'està fent?

Què s'està fent per aturar o frenar el productivisme-consumisme? Algú podria contestar que res! O que, explícitament res, i una mica de raó tindria! El qui respon així fàcilment és tractat públicament d'anti-sistema, que no aprecia els gestos de confluència i de compromís realitzats per grups ideològicament diversos. Tan injust seria no apreciar aquests gestos com acontentar-nos amb les accions pactades fins avui com a úniques actuacions destinades a frenar el productivisme.

Hi ha un nombre considerable d'accions indirectes que es duen a terme com a polítiques públiques i tenen un cert impacte a l'hora de frenar el consumisme. Malgrat tot, poques vegades la voluntat de frenar el consumisme es mostra de forma explícita en declaracions públiques. És just reconèixer que moltes de les metes que ens hem fixat en els àmbits de medi ambient i residus tenen un impacte de progrés en la lluita contra el consumisme-productivisme. Quan «reduïm, reutilitzem i reciclem» estem fent quelcom útil que s'ha d'aplaudir i, en funció dels seus resultats, mantenir i millorar o incrementar.

A més a més, com a política pública s'està fent també una certa pedagogia de la sostenibilitat i del compromís personal. La sostenibilitat, tant la global com l'energètica, es porta a terme mitjançant accions personals i col·lectives. Tant les unes com les altres són absolutament necessàries i això s'està comunicant al ciutadà utilitzant una pedagogia que inclou informació i motivació, i ens fa avançar en el propòsit d'aconseguir el compromís necessari pel que fa a accions personals a realitzar. El terme *sostenibilitat* apareix avui repetidament a la vida quotidiana i això és un símptoma que el concepte s'obre camí per consolidar-se com a part del contingut de l'ètica del moment. D'aquí en deriva un cert autoconvenciment del ciutadà amb el seu compromís personal conseqüent. Igual que en moltes visions personals som davant de quelcom en part autònom, i en part induït per consignes i polítiques públiques.

La preocupació per la sostenibilitat ens porta al concepte de *desenvolupament sostenible*. L'esgotament dels recursos i la degradació de l'ambient va generar, des de ja fa temps, un debat que va fer els seus passos endavant i va consolidar-se com a iniciativa a tenir present arreu i també dins l'organització de les Nacions Unides. D'aquest àmbit són els Objectius del Mil·lenni en el passat recent i els vigents Objectius de Desenvolupament Sostenible. Aquests darrers són un conjunt de principis que han de fer possible la sostenibilitat mundial entre els anys 2015 i 2030. Van ser negociats i acordats per un extens grup de països que inclou pràcticament tots els del món. Conté temes molt diversos.

Què entenem per *desenvolupament sostenible*? El desenvolupament sostenible consisteix a maridar la sostenibilitat amb els principis coneguts del desenvolupament. Aparentment sembla una bona sortida i potser ho està sent com a primer pas endavant. Es tracta de combinar uns bons reglaments que permetin aturar malbarataments diversos amb un saber fer típic de la societat de sempre. Això hauria de portar-nos a una alternativa interessant. Entenc que hi ha hagut debat i una certa confluència. Entre els partidaris del desenvolupament sostenible, hi ha polítics enfervorits en la confluència entre postures diverses o decidits a utilitzar el bagatge en qüestió per maquillar les seves postures de sempre. Algun pacte entre partits, siguin dretes o esquerres, ha participat a la moguda. Entre els crítics, a més dels radicals dels dos signes, hi ha científics de l'àmbit de l'economia i les ciències socials. És la crítica d'aquests científics la que ens arriba amb més solidesa i serenor. Aquests, com sovint fan els científics, d'una banda reconeixen en la iniciativa aspectes positius i innovadors, i d'altra banda fan balanç crític de les aportacions. Entre els aspectes positius, hi destaca la contribució a potenciar el respecte al medi ambient i les generacions futures. Pel que fa al balanç de les aportacions, assenyalen les seves ambigüitats com ara donar per feta la compatibilitat entre sostenibilitat ambiental i creixement econòmic tradicional.

Malgrat les crítiques, el desenvolupament sostenible és en boca de molts, està encabit en els programes de molts partits polítics i és, ja ho hem vist, objecte de grans acords en el marc de les Nacions Unides. No seria just no reconèixer el fet com a positiu respecte al continguts que podíem observar en un passat no gaire llunyà. Seguint l'opinió dels experts, entenc que la iniciativa encara pot mostrar el seu progressisme en molts àmbits i podem dir que té alguna traça de sobrietat manifestada sobretot en les seves al·lusions a l'ocupació i el consum responsable. En contrapartida, en el text aprovat hi sovintegen manifestacions de les excel·lències del creixement econòmic.

3.3.4. Què diuen els estudiosos de la sobrietat?

Arribats a aquest punt i amb l'ànim d'entendre quines propostes podrien reeixir, és important captar l'opinió dels estudiosos de la sobrietat. Estem intentant escoltar un grup científic relativament petit. Ells mateixos diuen que no són economistes, ni ambientalistes, ni sociòlegs. Són un col·lectiu que utilitza l'aproximació científica i els seus bagatges bàsics en aquestes i altres disciplines per intentar explicar la conjuntura que viu el planeta i produir una recomanació sobre la seva evolució desitjable. Els seus resultats potser no constitueixen avui una proposta completa, estructurada i consensuada però la solidesa dels seus arguments i declaracions és reconeguda com a científica per un ampli sector tant d'adeptes com de detractors.

Tenen clar que la humanitat ha d'encaminar-se cap a un funcionament estacionari en riquesa i població, atès l'entorn finit en què ens trobem i la fragilitat dels nostres ecosistemes. Els recursos naturals han de ser analitzats per entendre'n les limitacions i donar lloc a unes restriccions raonables d'ús. Són crítics amb l'economia clàssica. Les seves crítiques comporten plantejaments més o menys profunds. Alguns clamen constituir pròpiament una alternativa. Altres es limiten, més modestament, a establir conceptes o indicadors que ajuden a mostrar les dificultats del funcionament harmònic de la societat amb el planeta. Són crítics també amb el desenvolupament sostenible i en destaquen la incapacitat de combatre el consumisme. Lamenten que el saber popular no entri en matisos i el consideri simplement progressista.

En el passat recent he tingut ocasió de seguir i analitzar exposicions divulgatives d'ofertiments anunciats com: decreixement econòmic, economia ecològica, economia verda, anàlisi dels límits del creixement, economia circular, índex del planeta feliç, simplicitat voluntària... Tots aquests ofertiments, cadascun amb el seu grau d'elaboració, parlen de: frenar el consumisme, respectar el planeta, entendre els límits de l'activitat humana, pensar en la felicitat social i la prosperitat sostenible... Tots són prou explícits en l'objectiu de superar el consumisme... És potser l'hora de fer-los més cas i de tenir-ne més presents els continguts! Considero que els autors d'aquests pensaments són pròpiament estudiosos de la sobrietat i reclamo que els tinguem molt més presents en el debat encetat.

L'economia ecològica m'ha semblat especialment rellevant en el context en què estem. L'economia ecològica és, per mi, aquest pensament molt eclèctic en les seves formes i encara molt anàrquic i poc consolidat! Els científics que el representen també diuen d'ells mateixos que no són economistes sinó compiladors d'estudis multidisciplinaris amb l'objectiu de defensar científicament la sostenibilitat social i ambiental. Defensar científicament vol dir defensar amb estudis i coneixement i no simplement amb posicionaments ideològics. En aquesta defensa, se solen analitzar les capacitats de la humanitat per viure dins dels límits que ens ofereix el planeta. Per dur a terme aquest tipus d'estudis, entre aquests científics hi trobem biòlegs, físics, químics, economistes, enginyers i tota mena de professionals de la ciència. Normalment són crítics amb tot aquell que s'obstina en l'eficiència com a valor dominant i tal vegada únic a tenir present, i en aquest sentit, l'assenyalen com a contrari a l'ètica més natural. És impossible, diuen, trobar la sostenibilitat a través de la concepció de mercat de l'economia convencional. Són crítics amb el creixement econòmic i proposen acotar-lo tot seguint els desenvolupaments ambientals i estudis dels recursos naturals. Declaren que la seva visió és de progrés però insisteixen a deslligar aquest progrés del creixement. Els seus desenvolupaments inclouen consideracions a l'equitat humana en general i a l'equitat entre generacions. Això és el que jo he entès llegint aquestes exposicions divulgatives i ajudant-me amb converses amb especialistes d'aquest àmbit.

3.3.5. Què crec que podem fer?

Som aquí per fer un pas endavant i produir sobrietat! Per què parlo de sobrietat? Hi ha matisos. Podria estar parlant de sostenibilitat o d'anticonsumisme com tothom. Però he pensat a fer servir, si més no en aquest text, una paraula que englobi els dos termes amb l'ànim d'ajustar una mica més el meu pensament. Una acció o un producte són sostenibles quan són compatibles amb la gestió dels recursos que utilitzen i no fan témer pel seu esgotament. Pel que fa al consumisme és, ja ho hem dit, la compra i l'acumulació de béns i serveis que en principi no necessitem. Una vida o un acord en sobrietat inclouen, per mi, sostenibilitat i anticonsumisme. Sovint, molt sovint les accions sostenibles afortunadament faciliten l'anticonsumisme.

Som aquí per frenar els efectes que la manca de sobrietat té sobre el consum d'energia i també, si és possible, per avaluar quina incertesa d'aplicació té la qüestió. Fins ara aquesta secció ha presentat la complexitat del problema, la descripció de les realitzacions en curs i de l'opinió dels experts en sobrietat. Fins ara els experts han cobert les fases de denunciar les males pràctiques tant públiques com privades i recomanar estils de vida intrínsecament sostenibles i anticonsumistes, és a dir, sobris. És important no infravalorar el que s'ha fet fins ara. En efecte, les tasques de conscienciació no tenen retop, s'estan fent i hem de seguir fent-les mentre la societat global mantingui el seu posicionament actual. És també important entendre que encara hi ha molt per fer i que a més de les accions de conscienciació social fetes convindria endegar les accions de govern pertinents que reforcessin l'objectiu traçat. La història ens jutjarà quan es confrontin els resultats de tots dos tipus d'accions.

No és fàcil frenar el productivisme de forma directa. A vegades comencem parlant-ne i acabem debatent aspectes generals de la sostenibilitat. Hi ha raons per a tot això. En efecte, som en el cercle producció-ocupació-consum que té una lògica pròpia que ens ha de fer entendre la rel de la dificultat. Qualsevol modificació que vulguem portar a terme sobre el consum n'haurà de tenir presents les interaccions amb la producció i l'ocupació, i per tant haurà de preveure una solució integral del problema. Això vol dir que el tema haurà de ser tractat amb les eines i els actors establerts i també amb els experts que en coneixen la dinàmica.

Tot és més complicat encara a causa la conjuntura en què aflora el problema. D'una banda, som a les portes d'una revolució tecnològica basada en unes tecnologies que poden fer trontollar l'ocupació severament els pròxims anys. D'altra banda, l'escalada vertiginosa de l'obsolescència dels equips és avui, ja per si sola, un problema notable. En efecte, ordinadors personals, telèfons, televisors i alguns electrodomèstics caduquen, no perquè deixin de funcionar, sinó perquè deixen de

ser compatibles amb els nous desenvolupaments. Que difícil que és gestionar una reducció del productivisme en aquestes condicions!

Com li diem a l'emprenedor que no ens forci a comprar allò que no necessitem? O que no fabriqui allò que no volem? És complicat però s'està fent i s'haurà de fer més! En diverses ocasions hem citat l'emprenedor de negocis i n'hem destacat les qualitats de trobar espais de negoci dins l'entorn que formen la societat i la canviant tecnologia. Avui podem trobar ja efectius de l'emprenedoria incentivats per lluitar a favor de la descarbonització o en tasques de reciclatge, i a partir d'aquí podríem eixamplar aquest àmbit amb altres iniciatives antiprodutivistes. Hi ha feina a fer!

Com li diem al sindicat que un nombre important de llocs de treball, avui dedicats a produccions que generen un consumisme abusiu han de desaparèixer? Com li diem que són el futur del planeta i l'ètica els qui ens ho demanen? Això també és complicat però s'està fent i s'haurà de fer més! Els sindicats avui ja són conscients que les activitats d'Economia Circular han de progressar i que en un futur pròxim s'espera que assolixin una proporció notable i creixent.

Aquestes són les premisses d'un pacte de futur que potser no és imminent però tard o d'hora s'haurà d'establir. Observo símptomes que tant els sindicats com les organitzacions empresarials hi pensen però de moment el tema no sembla gens pròxim. No en va l'Economia Circular no arriba avui al 10% de l'economia mundial. Així, finalment les iniciatives de govern destinades a frenar el consumisme es limiten a accions de conscienciació del consumidor.

Més sovint fem servir maneres indirectes de limitar el productivisme. Benvingudes! Abans de res val a dir que no són gens noves i que algunes tenen una història significativa. N'enumerem les més rellevants. Es pot limitar el productivisme des de: la negociació sindical, la gestió de la qualitat del producte, les polítiques de defensa del consumidor, les polítiques de km0, o intensificant aspectes concrets de les polítiques de medi ambient i residus. De ben segur que n'hi ha més.

3.3.6. Dificultats addicionals

Abans de seguir endavant crec que és important avaluar la magnitud i la interconnexió del problema, encara que sigui qualitativament. Aquesta avaluació ens permetrà entendre algunes de les dificultats addicionals existents a l'hora d'implementar la sobrietat. Quan hem estudiat els diferents estímuls que rep el ciutadà a l'actualitat hem determinat que una part molt important de la humanitat respon directament o indirectament al que he anomenat *estímul consolidat*. Es tracta d'un estímul de la nostra societat occidental que ens empenta a produir més i

millor i és, en certa manera, antagònic, a la socioconsciència. Aquesta darrera ens demana que limitem el consumisme i adoptem un perfil de sobrietat per a la nostra vida. El produir més i millor, en contrapartida, està molt arrelat als nostres trets culturals bàsics. En aquest context, l'arrelament social i efectiu d'aquest estímul apareix com una dificultat a salvar a l'hora d'avançar en l'àmbit de la lluita contra el consumisme.

Coincidir en el temps amb els altres dos problemes conjunturals citats en aquest text és una dificultat d'envergadura considerable. Aquest fet aflora tant quan pensem a descarbonitzar com quan tractem amb el Sud Global. Recordem que la descarbonització vol una aturada fòssil en un temps limitat i el Sud Global necessita un suport efectiu a la seva emancipació. Una humanitat pendent de fer l'aturada fòssil a temps serà de ben segur menys apta per cooperar amb el Sud Global o amb la reducció del consumisme.

Caminar cap a un demà ecològic pot tenir un impacte considerable sobre l'activitat dels habitants del planeta, sobre la capacitat de generar recursos vitals i, per tant, indirectament sobre la demografia. És veritat que la població mundial està mostrant ja algun símptoma d'estabilització. No tenim les taxes de creixement del passat recent però encara creixem. El planeta és prou divers per trobar-hi països de molts tipus. Segur que alguns haurien de reduir la seva activitat en el temps que transcorri entre avui i la consolidació del demà ecològic. Aquest fet els podria portar a la necessitat d'una reducció del nombre d'habitants en unes poques generacions. No és la primera vegada que fets com aquest tenen lloc i en moltes ocasions del passat no han estat resolts de la manera humana, cívica i democràtica que desitgem. Si de veritat volem arribar al demà ecològic, hem de tenir-ho present. Sembla que avui s'ignori aquesta controvèrsia. De fet, alguns analistes energètics ho tracten però són molts els que ni tracten ni recorden la connexió entre demografia, productivisme i consum d'energia! El tecnòleg en general i els experts diversos en tecnologies energètiques hauríem de trobar una manera d'instrumentar una important coordinació amb els especialistes en sobrietat.

La lluita contra el productivisme necessita una entesa mundial. Aquí també hi trobem un negacionisme de la sobrietat de què tornarem a parlar. És un fet rellevant, ja hem dit que si algun país o algun gran grup queda fora dels pactes que es puguin establir, sols pel fet d'estar fora, ja faran minvar l'eficàcia global dels acords. Aquesta és una dificultat gran. Són molts els països que diuen que el consum dels seus ciutadans és responsable i que els poders públics ajuden a mantenir l'activitat pròpia dins els límits que ho fan raonablement possible. Són també molts els països i grups negacionistes de la sobrietat que neguen la necessitat d'insistir en el tema o concedeixen excepcions importants a negocis de país o de grup. Aquesta dificultat es va fer palesa a l'hora de redactar i acordar els Objectius de

Desenvolupament Sostenible (ODS), i per això no són pròpiament un acord de sobrietat. No ho són però amb alguna millora podrien acostar-s'hi.

Quan hem parlat de canvi climàtic, partíem d'un consens científic relativament ampli. Són molts, malgrat que no tots, els científics experts en el tema que veuen el problema com a crític i que, conseqüentment, aconsellen una reducció dràstica de les combustions fòssils. Quan parlem de frenar el consumisme-productivisme o d'acords de sobrietat, el consens és més petit. Per què? Hi ha raons ideològiques i raons d'urgència. Tots dos tipus haurien de ser considerats.

Els grups ideològics solen estar d'acord quan utilitzem termes com *consum responsable*, per exemple. Aquest terme, àmpliament ben entès i acceptat, evoca el de *producció responsable* i fins aquí tothom hi està d'acord. Els problemes sorgeixen quan intentem dir quelcom més, quan intentem precisar què entenem per *sobre-produccions* o *sobre-consums*, o quan suggerim accions per intentar limitar-los o quan raonem sobre l'impacte que aquestes limitacions tindrien en general sobre les futures recessions econòmiques amb què es puguin involucrar. El diàleg entre grups ideològics en l'intent de frenar el consumisme topa frontalment amb el fet i rarament arriba més enllà de recomanar un consum responsable. En alguns entorns he sentit correlacionar les dificultats actuals de corregir el fet amb l'esgotament definitiu del model de societat actual. En altres entorns de signe polític contrari he sentit argumentar d'acord amb el replantejament del capitalisme (*capitalism reset*). Segons aquests darrers, els directius de l'empresa del futur duran a terme la seva gestió rendint comptes, no solament al consell d'administració sinó també als *stakeholders* que inclouen la comunitat, els empleats, el planeta i el món financer. Cap de les dues opcions sembla tenir avui la clau d'una solució completa de la situació.

Hi ha una consideració important que, al meu entendre, sovint és oblidada. Quan parlem de frenar el consumisme gairebé sempre pensem accions de conscienciació i rarament en accions de millores reglamentàries o accions de govern específiques per avançar en aquest punt! S'ha fet poc, s'està discutint, a cops s'han fet coses que no s'han visualitzat eficaçment... Tractar la sobrietat vol dir sobretot ocupar-se del que es pot fer a escala global per incentivar que l'estímul de produir sigui la vida mateixa. Tractar la sobrietat vol dir reconduir l'emprenedoria per tal que la seva innegable força esdevingui motor d'una millora continuada en el context d'un planeta en estat estacionari.

Pel que fa a les raons d'urgència, no és res nou assenyalar-la com un dels aspectes que més incideix en l'intent de consensuar-ne el tractament. En molts entorns de treball ens trobem sovint que els temes es classifiquen en urgents i molt urgents! No puc negar una punta d'ironia en aquesta afirmació, però em

costa dir que no hi ha urgència per assolir un consens sobre acords de lluita contra el consumisme. Si comparem la urgència d'un eventual acord de sobrietat amb la d'un acord ferm per fer realitat la lluita contra el canvi climàtic, és obvi que aquest darrer és extremament urgent i l'altre és simplement urgent. En aquest context m'agrada parlar de l'acord o dels acords de sobrietat com a quelcom més important que urgent. Serà un o seran diversos acords? Quin lideratge serà l'òptim per conferir-li garanties? Quins seran els actors i quins seran els continguts? L'eficàcia d'aquests acords ha de passar davant de la seva urgència.

3.3.7. Continguts, actors i lideratge

La situació demana consensuar el contingut dels acords de sobrietat amb ambició i realisme. Una proposta que sembla raonable és pactar una reforma dels ja citats ODS per tal que continguessin en el futur un acord de sobrietat més efectiu. Els països podrien preparar amb temps preceptes pràctics que guessin la implementació d'un consum i una producció responsables a tot el món. Tindrien també temps d'engegar proves pilot de projectes que enfortissin l'objectiu antiproductivista per poder discutir i acordar amb més coneixement.

Sembla que l'emprenedoria seria al centre del problema. Obrir nous camps per a l'emprenedoria i intentar reconduir-la i articular-la amb l'objectiu de portar a bon port la sobrietat global podria ser un propòsit de l'acord. Segur que hi ha altres maneres de motivar els humans. Cercar una motivació vàlida per a una societat sense creixement demogràfic però amb un procés de millora contínua seria un repte col·lectiu enormement interessant. Quan observem globalment el moment actual, en primera aproximació ens sembla com si l'emprenedor estigués fent implícitament la hipòtesi que l'espai d'activitat seguirà creixent, la demografia seguirà creixent, tot seguirà creixent!!! Soc conscient del fet i de la impossibilitat d'entrar en un procés sempre expansiu d'activitat a causa dels límits del planeta. L'expert sol matisar les afirmacions anteriors i només les accepta en primera aproximació. En efecte, avui el sistema ja limita, en certa mesura i segur que de forma imperfecta, la utilització de la competitivitat com a estímul del progrés social. En moments com l'actual correspondria perfeccionar aquesta limitació i aconseguir adaptar-la més a una societat que vol evolucionar i trobar raonablement el seu estat estacionari. Un acord de sobrietat hauria d'aconseguir que ni el gran emprenedor ni la suma dels emprenedors de dimensions mitjanes o petites tinguessin la possibilitat d'accelerar considerablement el ritme de vida de la humanitat. Algú pot dir que això ja es fa! Dins de cada estat i de forma limitada probablement sí. Però és evident que hi ha multinacionals i que també hi ha estats on el govern segueix les directrius dels grans grups de poder. La reconducció de l'emprenedoria és, doncs, el moll de l'os d'un acord de sobrietat. A vegades pensem que l'emprenedor és simplement algú que es vol enriquir, per descomptat que hi ha aquest emprenedor, però també n'existeix

un altre molt més positiu i raonable. Parlo d'aquell que pensa allò que a d'altres ens sembla impensable i ho posa al servei d'un objectiu. És el que produeix progrés i no necessàriament creixement. Si posem aquesta emprenedoria al servei de la sostenibilitat i de la lluita contra el productivisme, la societat en traurà un gran profit. Efectius importants de l'emprenedoria es poden dedicar perfectament a la descarbonització, al reciclatge, a la implementació dels dictats de la socioconsciència i d'altres coses molt positives.

Ja que l'objectiu general de la iniciativa és frenar raonablement el consumisme, l'energia i el medi ambient no tenen per què ser protagonistes, per bé que, al meu entendre, apareixeran en la mesura en què puguin facilitar la tasca d'establir acords de sobrietat. Per constituir-se en una ajuda real, la societat hauria de perseverar en el desenvolupament de les recomanacions de la ciència mediambiental i de la transició energètica. Les recomanacions de la ciència mediambiental poden ser molt útils si es concreten en una legislació avançada que es constitueixi en un bon punt de partida per a la sobrietat. Les recomanacions de la transició energètica, ja ho hem vist, demanen un estalvi, tot i que sovint no es faci prou explícitament. Tant la transició proposada com l'opció vigent proposen arribar a un demà ecològic que, per fer-se viable, ha de ser més sobri. La lluita contra el consumisme és indispensable en qualsevol dels casos. El contingut d'aquests acords no pot obviar l'ordenació del territori a escala mundial i assumir i reforçar el que s'acordi quan es parli del Sud Global.

Sabem que la humanitat necessita avançar en la mentalitat global de compartir. Un lideratge adient hauria de permetre establir en quina direcció hem de moure peça, quins serien els actors del pacte i quins passos serien acceptables en els necessaris acords de sobrietat. Aquest punt es refereix a un canvi social que s'hauria de dur a terme com a transformació sòlida, probablement lenta i, de ben segur, harmònica amb l'evolució natural de les coses. A primer cop d'ull pot semblar difícil moure peça. Però hi ha àmbits en què es poden fer passos endavant que permetin introduir criteris de sobrietat emprant polítiques industrials i fiscals. No és nou observar que la societat està en plena eferescència intentant assimilar els canvis que implícitament li proposa la tecnologia. Això hauria de permetre analitzar i conduir aquests temes per treure'n un profit raonable per a la implementació de la sobrietat. Molts avenços en robotització, digitalització i noves tecnologies estan simplificant tota mena de processos. Això inclou processos no solament industrials sinó també administratius, domèstics, de comunicació i de serveis. Això ens fa considerar simplificacions ambicioses que sovint responen a criteris d'eficàcia però també a criteris més humanistes o de participació i de progrés cultural. Tot plegat hauria d'enfortir la nostra llibertat, la democràcia, i els mitjans per propagar els coneixements i facilitar la comprensió mútua. És el moment de

consensuar que aquesta innovació tecnològica es dugui a terme al mateix temps i de forma coordinada amb una implementació seriosa de la sobrietat.

El lideratge per a la implementació de la sobrietat és un punt important i, al meu entendre, no pot recaure ni en experts en energia ni en geopolítica. Els primers podrien caure a magnificar eufòricament els desenvolupaments tecnològics i potser ignorar detalls relatius als mecanismes del funcionament econòmic. Els segons podrien practicar una equidistància incòmoda en funció de les fortaleeses dels països en joc. Aquest cop, jo crec que hauríem de ser coordinats per experts en Economia-Ecològica i experts en economia clàssica. Els primers són mestres en sostenibilitat i en la salut dels ecosistemes. Els segons són bons coneixedors dels conceptes a posar damunt de la taula i dels seus mecanismes. El lideratge participat d'aquests dos últims hauria de portar la resta d'actors a un diàleg constructiu pensant a guanyar terreny pel futur comú. La necessitat d'aquest lideratge per mi és fonamental.

Si cercant garanties de compliment, volem tractar d'urgent allò que és urgent i d'important allò que és important, sembla recomanable no entossudir-se a voler-ho tot alhora. La imminència d'un col·lapse del planeta per escalfament global ens obliga a insistir en accions contundents per frenar-lo. El pacte sobre la reducció de les combustions fòssils és, doncs, radicalment urgent, mundial i indispensable. La urgència d'aquest pacte desplaça l'oportunitat de conferir als acords de sobrietat el mateix rang apressant. Avui correspon ser fidels a la dita popular «qui molt abraça poc estreny» per tal de garantir d'èxit la globalitat de les accions previstes. Un acord de sobrietat en el context mundial actual difícilment pot bastir-se de forma àmplia i sòlida.

L'èxit de l'avenç en l'àmbit de la sobrietat exigeix doncs:

- Aconseguir que es prengui en consideració, amb realitzacions concretes en l'àmbit públic, la visió del problema dels experts en economia ecològica.
- Perseverar en la pedagogia de la sostenibilitat i del l'anticonsumisme recordant la seva connexió amb la transició energètica.
- Encabir acords de sobrietat més avançats en futures revisions dels ODS.
- Perseverar en totes aquelles accions més modestes que fan aflorar la sobrietat sense pressa però amb solidesa, amb acords intel·ligents i amb continguts refinats.

3.3.8. Sobrietat, incertesa i prediccions energètiques

El gran tema de la sobrietat queda tancat amb el que ja s'ha dit. Les conclusions del tema són les exposades. L'objecte dels paràgrafs que segueixen és només tornar a connectar amb algunes consideracions energètiques que convé no oblidar. La manca de sobrietat produeix incertesa en qualsevol predicció de consum a mitjà i llarg termini. Els esforços predictius sobre com evolucionarà la demanda energètica els propers anys són complexos. La humanitat està aprenent a crear riquesa alhora que estalvia energia. En alguns casos ja ho sabem fer, però encara no som mestres en el tema! Hem de creure que n'estem aprenent. Avui, globalment, conscients o inconscients, més aviat estem fent tot el contrari. Sindicats i organitzacions empresarials de moment han mostrat bona disposició per encarar la reducció del productivisme però de moment el tema no és encara una qüestió prioritària.

Qualsevol predicció de futur hauria de preveure marges que assegurin cobrir la incertesa existent. Així, quan ens demanin d'avaluar la previsió de demanda energètica, el pic de potència o la fracció de potència plenament regulable necessària, hauríem de respondre donant no solament els valors més probables d'aquests paràmetres, sinó també la seva caracterització estadística o, en el seu defecte, una avaluació qualitativa del marge necessari. Això vol dir estimar valors conservadors i bandes d'error per generar correccions que puguin fer-hi front. Fixem-nos com, potser sorprenentment per alguns, consideracions socials com la incertesa en el comportament humà tenen un impacte directe en estimacions assenyalades normalment com a tecnològiques.

Sovint, en ple debat energètic, em trobo insistint que es tinguin presents les conclusions d'aquesta secció i ho faig sobretot quan damunt la taula tenim avaluacions a 30 anys vista. Tots sabem que són difícils de fer! Sovint només demano que considerem les incerteses involucrades i sovint també noto una distància important entre els resultats als que anem arribant i les accions de govern que se suggereixen. Potser l'explicació d'aquest punt l'hem de trobar en el fet que el tarannà actual de la nostra societat està lluny de la sobrietat. Això desanima i debilita moltes possibles accions col·lectives. Cada dia ens arriben xifres i notícies que posen en evidència el tarannà citat. Aquests fets expliquen la situació però òbviament no la justifiquen.

La sobrietat social és necessària en qualsevol iniciativa que intenti guanyar terreny en el camí d'una transició energètica raonable. Avui no sembla que aquests principis formin part del debat energètic. No sembla que el grup d'experts que intenta predir l'evolució futura de la producció d'energia tingui present que encara no hem après a progressar estructuralment i tecnològicament estalviant energia! El corol·lari d'aquest raonament no és directe, no és mecànic però l'hem de tenir molt present

per la via d'augmentar la robustesa de les solucions aportades. Allà on la gestió de futurs incerts demana redundància, diversitat i marge, la manca de sobrietat manifesta demana més redundància, més diversitat i més marge... és a dir, més robustesa.

3.4. Suport al progrés energètic del Sud Global

3.4.1. Equitat, desenvolupament humà i emancipació

Anteriorment hem presentat el problema conjuntural del Sud Global i la seva connexió amb el tema energètic. Hem arrencat de breus consideracions històriques que ens han permès generar una descripció resumida de la situació en què avui es troba el Sud Global. Hem parlat de precarietat infraestructural, però també d'estímul social i mentalitats col·lectives existents. A l'hora d'entrar a comentar activitats i acords relatius al suport al progrés energètic del Sud Global, convenen algunes paraules sobre equitat i desenvolupament humà i algun recordatori sobre la seva emancipació.

L'equitat humana és al nucli de l'estratègia-marc que estem definint. Amb amplitud de mires hem d'entendre l'equitat com a equitat entre persones, entre països i entre generacions. Estem parlant d'un dels grans temes al qual organitzacions diverses hi dediquen ja afortunadament un esforç important des de fa temps. Entre aquestes organitzacions hi ha les que ho fan per mandat públic i també les que ho fan seguint iniciatives no-governamentals. L'experiència del col·lectiu humà implicat acostuma a ser gran i admirable.

El *desenvolupament humà* és un dels conceptes que més ens ajuda a progressar en aquest àmbit. És un concepte enormement útil i àmpliament acceptat. El Programa de les Nacions Unides per al Desenvolupament (PNUD) el defineix i l'utilitza en els seus informes regulars. Al capítol de context hem presentat l'Índex de Desenvolupament Humà (IDH) que ajuda a mostrar de forma simple el nivell de progrés per a països i comunitats. També és de gran ajuda la relació entre l'IDH i el consum anual per càpita d'energia. Els països del Sud Global es troben en uns rangs de consum energètic anual per càpita inferiors a 1tep; qualsevol augment donaria lloc a una millora en desenvolupament humà. L'índex té les seves limitacions i imperfeccions però l'aspecte mostrat és acceptat clarament. Si volem ajudar el progrés humà al Sud Global haurem de preveure, entre altres coses, el seu progrés energètic.

Si volem ajudar de veritat i en un temps raonable, fem-ho en aliança amb els qui el coneixen i en aliança amb les tecnologies més actuals i, per tant, amb la ciència. Tant amb la ciència humana que ens recordarà que les mentalitats globals existents

avui al Sud Global mereixen un estudi i unes consideracions, com amb la ciència tecnològica que ens permetrà crear la infraestructura necessària per a un progrés real i a la llarga emancipador. Estic parlant d'una infraestructura elemental que inclou habitatges, vies de comunicació, xarxes d'aigua corrent, xarxes de clavegueram, instal·lacions industrials, obra civil destinada a la lluita contra els desastres naturals... El progrés humà necessita un progrés material mínim que el faci possible, i aquest precisa d'una despesa energètica. L'observació de dades dels informes del PNUD permet entendre aquests lligams. Òbviament estic parlant d'un avenç meditat i endreçat i no de quelcom purament quantitatiu. Seria molt oportú preguntar-se avui si desenvolupar-se és allò que ha fet Occident els últims 200 anys? La pregunta és retòrica perquè no podem tornar enrere, però analistes diversos s'atreveixen a assenyalar el creixement occidental com a desmesurat i productor de diferències que atempten contra la dignitat. Les ajudes al Sud Global s'haurien de fer tenint presents les lliçons apreses del passat; tant les del desenvolupament occidental com les de la cultura de les relacions humanes i comercials entre societats de desenvolupament diferent. Qualsevol progrés material hauria de garantir que un dia el Sud Global es pugui autoabastir i, per tant, assimilar l'ús i la creació de tecnologia. Estic parlant de tecnologia eficaç i pròxima, això vol dir tecnologia que permeti el progrés elemental i eviti, en la mesura del que sigui possible, els errors coneguts del passat. El Sud Global ha de deixar de ser un mercat i esdevenir primer potser un importador qualificat de tecnologia i més tard un col·lectiu amb capacitat d'encetar una trajectòria pròpia.

Encetar una trajectòria pròpia vol dir emancipar-se! *Emancipació* és el concepte a tenir en ment des de l'inici del procés. Emancipar-se és alliberar-se d'una dominació externa. Hi ha dominacions directes, en el passat n'hi varen haver moltes, i dominacions indirectes com les moltes que encara semblen vigents. Qualsevol acció d'ajuda hauria de ser inequívocament d'ajuda i allunyar-se de dominacions o dependències encobertes. És difícil, sobretot en un món en plena globalització on decisions que es prenen molt lluny acaben afectant la comunitat pròxima! Molts estarem d'acord que un bon objectiu de curt termini seria aconseguir que si la globalització és inevitable almenys tingui lloc d'una manera digna.

Aprofundint una mica més en les mentalitats globals existents avui al Sud Global, hi ha consideracions significatives a fer. A vegades les activitats dominantment tecnològiques són malauradament convertides en estrictament tecnològiques! Aquest fet sovint elimina una part molt important de l'impacte social positiu que podria tenir tota cooperació Nord-Sud. Avui el ciutadà del Sud, que atesa la modernitat té accés a moltes de les imatges produïdes al Nord, té com a desig col·lectiu emular el benestar occidental. Si l'emprenedor occidental s'acosta al Sud només per vendre, vendre i vendre... difícilment es produirà l'emancipació i l'inici d'una trajectòria pròpia. Si l'emprenedor occidental pensa a cooperar, associar-se i vendre potser la mateixa re-

siliència que desitja per al seu entorn occidental, probablement farem un pas ferm endavant. L'estat estacionari del planeta, tal com l'hem entès i comentat anteriorment, no es produirà raonablement si el Sud Global no avança substancialment.

3.4.2. Acords per al Sud Global

Com han de ser els acords per al Sud Global? Seran acords específics de l'àmbit energètic? Seran afegits als acords ja existents? Pel que s'ha dit fins ara queda ja clar que la sostenibilitat energètica del planeta no s'assolirà sense el progrés general i energètic del Sud Global. Així doncs necessitarem incidir en acords de progrés general i establir tal vegada algun nou acord de cooperació en l'àmbit de l'energia. Per raons de realisme, convé recordar que qualsevol progrés partint d'una situació precària necessita normalment ajuda que ha de ser irremissiblement tècnica i material! Això vol dir d'assessorament i de finançament. Les grans iniciatives internacionals solen tenir presents els dos vessants indispensables de tota assistència per bé que les prioritats, malauradament incideixen sovint de forma negativa.

A més a més, ja hi ha acords pel Sud Global i alguns són específicament energètics! Hi ha acords bilaterals entre països d'aquí i d'allà, iniciatives humanitàries, acords entre empreses, projectes de desenvolupament... També sabem que els ODS, per bé que no són específicament d'acords per al Sud Global, mostren envers aquest un interès important i tracten d'una sostenibilitat que l'inclou. Temes diversos explícitament connectats amb aquests objectius tenen una relació clara amb el Sud Global. Qüestions fonamentals com ara l'erradicació de la pobresa, la lluita contra la fam, la reducció de la desigualtat, la bona salut o l'educació en són un bon exemple. També els relatius a les infraestructures com ara l'aigua potable o energia i els més ecològics ja citats anteriorment vàlids per a tot el planeta. Si quan he parlat de sobrietat he donat suport als grans principis del document ODS, ara quan parli dels acords per al Sud Global amb més raó hi dono suport.

Els ODS relatius al Sud Global constitueixen un marc excel·lent per encabir-hi moltes de les coses que hem anat dient. Parlant d'energia, podríem tenir la tendència a magnificar l'ODS 7 que intenta garantir l'accés universal a la energia per a l'any 2030. Per descomptat convé fer-ne un seguiment i potenciar les condicions que n'han de fer possible l'èxit. És el moment, però, de recordar la interconnexió de l'accés a l'energia amb els propòsits recollits en la redacció d'altres ODS. Si no avancem en energia tampoc avancem en lluita contra la pobresa o contra la fam o en temes relatius a salut, educació i altres. L'afirmació recíproca també val: si no avancem en els grans temes humanitaris tampoc avançarem en energia. Com sempre, hi ha d'haver una gestió harmonitzadora que permeti un avenç efectiu en la bona direcció. En seguirem parlant.

Hi ha matisos importants a tenir presents a l'hora d'establir nous acords o d'enfortir-ne d'existents amb el Sud Global. Tots els acords són o poden ser bons instruments per col·laborar a la tasca comuna que ens hem traçat. Fixem-nos que en aquest cas tampoc estem demanant un acord mundial amb una finalitat com hem fet abans amb els combustibles fòssils. Ara estem vigilant sobretot que els acords pel Sud Global:

- Tinguin molt present la situació de partida del país afectat.
- Tinguin molt present i donin suport al seu procés d'emancipació.
- Incideixin de forma coherent en la preservació del futur del planeta.
- Tinguin un mínim de garanties internacionals.

Produir salubritat i dotar-se d'una producció energètica robusta són els dos grans temes que relacionen energia i emancipació. El primer d'aquests dos temes exigeix el segon. S'haurà de gastar energia per tal de construir infraestructures essencials com ara potabilitzadores d'aigua, tractament d'aigües brutes i residus, xarxes elèctriques i de comunicació. Com més gran sigui la precarietat de la situació de partida més enginyoses i contundents hauran de ser les solucions proposades. A cops tot es resoldrà amb més energia però altres vegades necessitarem enginy per fer front a la realitat concreta que trobem. També haurem de revertir situacions de rebuig a les propostes de progrés energètic generades. Recordem el que s'ha dit sobre projectes energètics del passat i del present que han constituït autèntiques agressions al territori i als seus habitants. En moltes ocasions ens podem trobar amb la necessitat de resoldre conflictes existents, com a requisit previ a qualsevol actuació de projecte.

Recordem, però, que estem en el marc de l'emancipació d'una societat que s'estrena construint i també s'estrena en l'ús i la gestió de les instal·lacions construïdes. S'hauran de preveure el posterior manteniment i l'operació de les infraestructures construïdes. És el moment d'escollar els bons coneixedors dels col·lectius humans del Sud Global i cercar-ne el lideratge a l'hora de treballar amb una societat que s'està emancipant. Parlem d'una societat que vol encetar una trajectòria pròpia en tecnologia i infraestructura, i detecta la necessitat de progressar també en participació ciutadana i en general en qualitat institucional. Preveure aquesta trajectòria i dur-la a terme vol una dedicació, un coneixement previ i un esforç. Tot pot fer-se en col·laboració amb els països desenvolupats i amb el seu sistema consolidat d'emprenedoria només que aquests estiguin disposats a complir amb els requisits apuntats de suport, coherència i garanties. Que bé si una emprenedoria local pot assumir el seu rol aviat! Que malament si la pretesa emprenedoria local resulta ser finalment un engany!

Els contactes amb els països desenvolupats tenen, com tot, els seus avantatges i inconvenients. Entre els avantatges, podem citar que socis avançats tecnològi-

cament sempre poden ser eficaços en l'assoliment d'objectius. Si a més tenen capacitat pedagògica i han estat contractats per aplicar-la al negoci entre mans, el progrés de l'enginyeria local serà manifest. Així, i pensant en projectes de desenvolupament, potser els primers contractes seran probablement claus-en-mà, però els següents haurien d'incloure serveis de capacitatció que resultessin en una participació notable de l'equip local, i avançada la cooperació, el pes d'enginyeria hauria de ser responsabilitat del país afectat. Cada projecte hauria de constituir un pas endavant en el reforç de les competències tècniques dels responsables locals. Si any rere any, projecte rere projecte, ens quedem en l'opció claus-en-mà, o en opcions amb contribució local mínima voldrà dir que el Sud Global segueix sent un mercat! Hi poden haver més inconvenients quan posem en contacte socis tan diferents. Entre aquests, deixeu-me destacar el risc de ser manipulats pel soci més potent i no aconseguir mai l'establiment d'una trajectòria pròpia.

Dotar-se d'una producció energètica robusta és una necessitat que es justifica per un raonament més intangible. Qui es vol emancipar ha de dependre de si mateix! Si el Sud Global ha de poder exercir el seu dret a decidir i triar un ritme de desenvolupament adient segons el seu criteri, de ben segur necessitarà una infraestructura de producció energètica que doni suport a les seves decisions o que, si més no, obri un ventall d'opcions prou ampli per tal que l'emancipació sigui un fet. L'emancipació necessita, doncs, energia per garantir una independència real. Un cop més podem comprovar que l'autosuficiència esdevé gairebé indispensable quan volem implementar una estabilitat sòlida de futur. Un país que vulgui sobreviure amb garanties ha de produir la seva vida. Aquesta afirmació, que aflora sobretot en qüestions bàsiques com els aliments, es fa especialment palesa en temes d'energia. La mateixa robustesa que desitgem per als països occidentals hauria de constituir una fita per als del Sud Global.

L'ordenació del territori i la justícia distributiva a l'hora de mitigar els danys ecològics passats són potser els punts més significatius quan cal assegurar la coherència entre els acords i la preservació del futur del planeta. Els acords a què s'arribi per ajudar el Sud Global han de ser coherents amb una ordenació del territori en l'àmbit del planeta que alhora intenti fer-hi possible la vida tenint present les necessitats d'harmonia amb el creixement demogràfic. Potser el primer acord a assolir és organitzar els mitjans que facin possible la preparació de l'esmentat estudi d'una manera raonable i flexible. Si en alguns llocs del planeta tenim el problema de superpoblacions, en altres hi tenim un problema en certa manera invers. Tot esdevé més crític encara quan veiem que els més febles són molts i el sistema gairebé no els protegeix. En àrees desenvolupades del món solem parlar del dret a l'habitatge o de la idoneïtat d'un salari social i ens costa discutir, raonar i arribar a consensos. Una part molt gran de la humanitat es troba en situació molt més precària i reclama, encara que no ho digui explícitament, un mínim d'energia que faci possible la vida.

En efecte, les grans migracions de persones trobarien un alleujament en un bon pacte ordenador del territori mundial. Parlant d'energia hem espetegat en qüestions absolutament humanitàries i d'ajuda als més desvalguts.

El Sud Global no pot ser víctima d'un repartiment injust de les càrregues que suposin la reparació dels danys produïts fins avui per les agressions a l'atmosfera i a l'ambient en general. La justícia distributiva ens obliga a repartir aquests esforços entre els països que han tret profit de les accions que han deteriorat l'ambient. Aquest principi està ben entès afortunadament en àmbits prou amplis. El protocol de Kyoto 97 va ser un bon exemple que recollia aquest principi en l'establiment dels drets d'emissió i el reafirmava amb algun detall rellevant. En efecte, a Kyoto també s'hi va acordar que el pagament de la compra de drets d'emissió es faria mitjançant projectes de desenvolupament finançats pel país pagador. Sempre vaig apreciar aquesta sensibilitat que mostra el text de Kyoto 97 i que considero molt efectiva en el seu propòsit de reforçar la transparència de les accions pactades en protocols internacionals.

El Sud Global ha d'aconseguir una administració òptima en general de les inversions en matèria d'infraestructura energètica i en particular dels seus drets d'emissió. Per bé que sempre he elogiat la filosofia dels mecanismes pactats a Kyoto 97, després de Kyoto ve París 2015 i després el desenvolupament reglamentari dels acords de 2015. Europa ha establert un desenvolupament propi que resol el problema en el seu territori, més endavant donarem algun detall sobre els textos aprovats. Europa té un sistema consolidat d'auditories públiques que contribueixen decisivament a garantir una administració correcta i transparent del problema. Els mercats d'emissions establerts permeten donar suport als seus compromisos com a unió de països. Altres grups o països han treballat també en aquest sentit. Estan pendents els desenvolupaments equivalents que han de permetre la gestió futura de les emissions al Sud Global. Aquests desenvolupaments configuraran els mercats globals d'emissions. És important que, a més de recollir els requeriments climàtics, recullin els deguts al fet que molts dels països afectats són part del Sud Global. El reglament hauria de demostrar que dona suport a l'esperit del pacte. El preu que fixi el mercat haurà de seguir motivant l'entitat o el país transgressors a reduir les seves emissions, i allora, el receptor a millorar les seves infraestructures. Any rere any hauríem d'observar que la transgressió disminueix i el país receptor progressa. Malament si tot degenera en un ús abusiu del reglament que ens porti a perpetuar emissions i endarreriment. El Sud Global hauria d'evitar aquestes pràctiques i aconseguir un cert rigor a l'hora de planificar les seves activitats amb emissions i la seva venda de drets. L'escàs nivell de consolidació dels sistemes d'auditoria pública en molts països del Sud Global són un escull rellevant que dificulta el rigor en aquests àmbits de la gestió.

3.4.3. Assessoria i suport energètics

Aquesta ajuda a l'emancipació de països del Sud Global ha de concretar-se també amb accions d'assessoria i suport energètics. Ara parlo de quelcom específic de la transició energètica. Si el país del Sud Global comparteix tecnologies i pautes de decisió amb un o diversos socis de països desenvolupats i compromesos en polítiques descarbonitzadores, la seva trajectòria de desenvolupament energètic tindrà més garanties d'avançar sense peatges notables. El tema és delicat atesa la vulnerabilitat del país que lluita per a la seva supervivència i té per meta l'emancipació. Abans hem parlat de les dificultats lligades a la diversitat de temes que un cap d'estat té damunt la taula. Pensem ara que aquest cap d'estat ho és d'un país amb precarietats abundoses i enrevessades, el tema es fa més complex. Les urgències en temes crítics compliquen no solament les decisions directes, sinó també totes aquelles cooperacions internacionals i relacions comercials que involucrin els mateixos actors. Imaginem un cap d'estat d'un país del Sud Global obligat a prioritzar entre realitzacions importants en sanitat, subministraments de subsistència o infraestructura energètica. Potser acabarà cobrint sanitat i subsistència i demorant les millores en energia! Potser acabarà acceptant la proposta de qui li resolgui allò que és urgent per ell, encara que sigui a canvi d'una solució energètica menys sostenible, més dependent de recursos externs o el que seria pitjor enfrontada injustament amb les polítiques de descarbonització global del planeta! Moltes decisions en aquest entorn són controvertides i algunes ho són per raons ètiques. Continuant amb el mateix exemple, podria donar-se el cas que el cap d'estat en qüestió prioritzés sanitat o subsistència per raons absolutament ètiques i per tant honestament vàlides! Sovint veiem, però, altres tipus de controvèrsia tal com denuncia algun cooperant compromès. Altres situacions poden acabar en falsos projectes que generen fotos d'èxit per a la premsa i una nul·la utilitat social i de progrés. Com a analistes energètics que som, estem obligats a lluitar perquè l'assessoria d'aquest àmbit tingui una mínima eficàcia i es desenvolupi amb criteris èticament vàlids.

Veig els acords d'assessoria i suport energètics com a concertacions pactades entre un país del Sud Global i un grup de 3 o 4 països desenvolupats destinades a cooperar en la presa de decisions específiques del sector, amb l'impuls d'una organització internacional que en fes un cert seguiment. Estic parlant d'uns acords modestos semblants als d'assessoria energètica practicats sovint als països industrialitzats. El seu objectiu bàsic seria garantir que les decisions tècniques rebessin un tractament adient i professional a l'hora de ser enfrontades a altres consideracions, com ara reflexions econòmiques o estratègiques. El país en qüestió hauria de seleccionar els països assessors lliurement i en funció d'una certa afinitat tecnològica. Que bé que va que t'assessori algú que uns quants anys o unes quantes dècades abans ha viscut una conjuntura semblant amb èxits i errors i, per tant, té una experiència més clara de què convé decidir avui en el context en què ens

trobem. L'actual èxode massiu del medi rural subsaharià a la ciutat pot utilitzar exemples diversos d'altres migracions humanes anteriors. Altres punts d'afinitat tecnològica els podríem trobar en els usos de tecnologies o en el tipus de recursos propis. El país amb bons recursos hidràulics cercarà de ben segur un grup d'assessors amb experiència en aprofitaments hidroelèctrics o hidràulics en general. El país amb grans extensions de terreny erm i amb llargues hores d'insolació pactarà amb organitzacions coneixedores de les tecnologies dels camps solars. El país que tingui una urgència humanitària greu i necessiti molta energia per crear salubritat i vida podrà cercar assessors que l'ajudin a plantejar-se seriosament un ús raonable l'energia nuclear de forma específica per a la situació.

L'eventual irrupció de l'energia nuclear al Sud Global vol una reflexió. Es tracta d'una reflexió profunda que va molt més lluny del que em podríem dir «tot o res». És important fugir dels dos extrems que ens portarien o a ignorar la necessitat d'una reflexió o negar-li al Sud Global la possibilitat d'accedir a aquest tipus de producció energètica. La implantació de centrals nuclears als països econòmicament desenvolupats va seguir, en el seu dia, un itinerari i un procés d'assimilació. Parlo de l'assimilació d'una tecnologia, d'una filosofia d'operació i de manteniment i sobretot d'una cultura de seguretat. Tots aquests són passos d'una evolució que va necessitar el seu temps. En el cas del Sud Global, si abans hem esbossat com hauria de ser el progrés de l'enginyeria local i com hauria de basar-se en la capacitat pedagògica dels socis avançats tecnològicament, en aquest cas hauríem de seguir una pauta semblant però intensificant la pulcritud professional de les accions de formació, el control o seguiment de l'assimilació i una presa de decisions cautelosa. És important no oblidar que estariem incidint no solament en col·lectius tècnics sinó també en els d'emprenedors, polítics i de tots aquells grups ciutadans que es considerés necessari. Dos comentaris em venen al cap arran d'aquest tema. L'un és tecnològic i l'altre és de confiança. El primer comentari és relatiu al tipus de reactor. Ja hem vist els Small Modular Reactors (SMR). Recordem que aquests es manufacturen a fàbrica, i després es transporten a l'emplaçament. Recordem també el fet que han estat concebuts eliminant la necessitat d'una resposta externa d'emergència. Crec que aquestes condicions els fa especialment interessants per als països on la infraestructura industrial existent no afavoreix instal·lacions complexes o de grans dimensions. El segon comentari és relatiu al moment conjuntural en què podria tenir lloc la irrupció de l'energia nuclear al Sud Global. El fet es produiria en el procés d'emancipació del país i això vol dir d'un país que comença a decidir per ell mateix i ja disposa de tècnics, quadres i dirigents que permeten assegurar l'arrencada d'una mentalitat de cultura de progrés i transmetre confiança als socis tecnològicament avançats.

No hem de confondre assessoria amb dependència industrial! És veritat que, en el context de la indústria, a cops els lligams entre assessors i desenvolupadors és

inevitable. A força d'assessorar en la presa de decisions podem acabar recomanant una determinada solució tècnica i fins i tot uns determinats subministradors. Si això passa a la indústria, malgrat algun codi ètic admirablement avançat, hem de pensar que en la funció d'assessorar el vèrtex d'un país també pot passar. La proposta d'utilitzar un grup de 3 o 4 països cooperant a la presa de decisions del sector, i una supervisió internacional, intenta fer front al risc de convertir l'assessoria en una dependència industrial. L'assessoria energètica es quelcom modest però indispensable. Portar a la pràctica una realització d'aquest estil hauria d'enfortir la invulnerabilitat de qui prengui les decisions en el país del Sud Global. Per bé que s'ha descrit un tipus d'assessoria dominantment tecnològica, crec que queda clar que necessita unes sensibilitats addicionals: a més del bon coneixement i experiència en la problemàtica del Sud Global, haurien de mostrar socioconsciència i capacitats pedagògiques.

Amb la robustesa energètica en ment com a fita, hi ha camins diversos que poden portar el Sud Global a assolir-la en un temps raonable. Cada país parteix de la seva situació particular. Alguns hauran de reduir combustions fòssils i seguir itineraris de transició energètica semblants als dels països desenvolupats. D'altres hauran de passar per l'energia nuclear, amb les precaucions de cautela citades anteriorment, si realment volen assolir els seus objectius en un temps raonable. I n'hi haurà que poden pensar en solucions directament sostenibles i per tant renovables. Amb caràcter excepcional, en aquest punt connectem amb l'extinció laminada de l'ús dels combustibles fòssils. Com a cosa extraordinària, es podria facilitar que el Sud Global cremés gas durant uns anys si l'energia produïda és utilitzada per crear infraestructures essencials per a la seva modernitat i salubritat. Això vol dir, de fet, facilitar que el productor de gas els el subministri de forma limitada en l'espai i el temps amb el doble objectiu de col·laborar en el desenvolupament i d'aconseguir que l'extinció del seu negoci sigui menys precipitada. Tot s'haurà de fer mantenint els compromisos d'emissions globals. És interessant assenyalar el parentiu d'aquesta iniciativa amb la filosofia que en el seu dia va ser establerta a Kyoto amb la finalitat de fer avançar el Sud Global mitjançant el mecanisme dels drets d'emissió. Ara estaríem en una proposta més directa i explícita inspirada però en una mateixa doctrina.

En qualsevol cas, el progrés del Sud Global necessita una gran robustesa no solament en el seu propi sistema energètic sinó també en el del grup de països amb una estratègia de descarbonització en curs. La robustesa d'aquest grup tindria unes conseqüències indirectes però clarament positives sobre el Sud Global. Els efectes indirectes solen aparèixer de forma subtil però val la pena tenir-los presents. Citem-ne un parell. El primer es refereix al mateix pacte sobre el fòssil. Ja ho hem vist abans, si el món prodescarbonització mostra una fortalesa d'enginyeria i la consolida a la seva pròpia xarxa, indirectament limita l'eventual expansió

de la tecnologia dels fòssil-dependents i, per tant, ajuda el Sud Global a desdir-se dels oferiments d'aquests. El segon efecte és el de la imatge. Per bé que el citi en segon lloc podria esdevenir molt influent. Si Occident i els països desenvolupats econòmicament consoliden una robustesa energètica descarbonitzada evident que els permet mantenir una imatge de benestar i capacitat de progrés, i ho fan utilitzant energies renovables i un nombre raonable de centrals nuclears, el Sud Global pot sentir-se empès a intentar una mateixa fortalesa. Per bé que els efectes esmentats tenen només un impacte indirecte sobre el progrés del Sud Global trobo important prendre'ls en consideració. La robustesa del sistema energètic dels països prodescarbonització hauria d'arribar amb fermesa a constituir-se com a garantia per tal d'evitar dependències no desitjades i assolir amb èxit la culminació d'itineraris que afavorissin el compromís entre desenvolupament i respecte al planeta.

És un fet innegable que el Sud Global pateix unes precarietats difícils de superar, seria trist que una transició energètica mundial mal portada afegís precarietat a la degradada situació actual. El sistema energètic de cada país del Sud Global hauria de progressar amb celeritat i en harmonia amb les seves condicions geogràfiques i al ritme de desenvolupament tecnològic i social desitjat. Un assessorament que implementés en el sistema energètic els principis bàsics d'autosuficiència, emancipació i coherència amb la sostenibilitat planetària, seria la millor ajuda.

Dur a terme aquests assessoraments no exigeix potser una esmena al que es va dir a París 2015, però demana portar el tema a la conferència i probablement pactar compromisos de detall. En efecte, la prestació d'assistència als països del Sud Global per tal que puguin desenvolupar pràctiques eficaces que els permeti fer front a les obligacions pactades, sovintegen al text de l'acord.

On som?

En el capítol anterior hem esbossat una visió preliminar de l'estratègia marc que proposo com a transició energètica. La visió exposada, malgrat que ja és bastant completa, encara està pendent d'algunes observacions importants que seran recollides en el capítol següent. El capítol que encetem ara aporta alguna informació sobre on som que considero rellevant per justificar la necessitat dels canvis proposats.

El capítol consta de les seccions següents: «Qui en parla?», «Postures antinuclears» i «L'opció vigent». Les dues primeres intenten dir quelcom pel que fa als actors de la transició. Quan un problema és així de complex i enrevessat, necessita ser estudiat escoltant qui en parla, qui actua, qui discuteix i qui raona sobre el tema. Bé és veritat que entendre en profunditat el fonament tecnològic de la qüestió ens ajuda molt, però el protagonisme, tots ho sabem, està molt repartit. Aquestes dues seccions intenten explicar com la societat i l'entorn estimulen els actors a l'hora d'afrontar el tema. Entre els actors involucrats considero els emprenedors de negocis, els experts, els ciutadans, els grups ideològics i les institucions. Conèixer els actors ens ha d'ajudar a entendre algunes de les dificultats de l'entrellat i el plantejament del tema.

El propòsit de la secció «L'opció vigent» és completar la visió del punt en què ens trobem. Consta d'uns primers apartats dedicats a l'enquadrament d'opció i culmina amb els que porten per títol: «Mèrits i mancances» i «Línies vermelles».

4.1. Qui en parla?

Per enquadrar el discurs dels actors d'aquesta transició, tornarem al tema de l'estímul social que abans hem vist sobretot lligat al problema del consumisme-productivisme. Ara és el moment de meditar sobre el seu impacte en raonaments diversos relatius a la transició energètica. Aquesta secció arrenca principalment de situacions reals viscudes en primera persona. Parlo de contactes iniciats en moltes ocasions al voltant de l'aclariment de qüestions relacionades amb el consum i la producció d'energia que ben d'hora han derivat en preguntes sobre l'impacte social

dels principis en joc. Han estat contactes basats en la voluntat d'avançar per totes dues bandes. Si en algun moment he notat que em convertia en un activador del pensament del meu interlocutor, tot seguit identificava l'afirmació recíproca i comprovava com les respostes i les inquietuds de qui parlava amb mi tenien continguts sobre els quals valia la pena meditar.

Estem demanant a la humanitat sencera que faci un esforç primer per entendre i després per donar suport a unes accions de lluita contra el canvi climàtic. Per entendre el problema s'hi ha de dedicar un temps i una atenció, per donar suport a una estratègia en l'àmbit personal s'han de fer coses diverses. En tots els casos, la persona que intenta entendre per veure si dona suport o rebutja es veu estimulada en primer lloc per l'ànim de conèixer i participar, però ben d'hora aquest ha de competir amb altres estímuls.

L'estímul socioconscient en general primer demana temps i esforç d'enteniment, i més tard sacrifici i una certa despesa. Es tracta, doncs, d'un estímul que mostra dificultats importants a l'hora d'albirar els fruits esperats. Les dificultats tindran matisos importants segons el grup humà implicat. Això ens porta a intentar entendre les condicions de contorn dels emprenedors, dels experts, dels ciutadans, dels grups ideològics i de les institucions.

4.1.1. Els emprenedors de negocis

Hi ha molts perfils diferents d'emprenedor de negocis! Si pensem en el tarannà clàssic de l'emprenedor, el plantejament d'un problema que parla de frenar el productivisme i de consumir menys energia pot xocar, fins i tot frontalment, amb les seves grans directrius i estímuls de comportament. En efecte, la manera de ser tradicional de l'emprenedor el porta sovint a esperonar-nos al consum i avui, en moltes ocasions i en molts entorns, encara és honest fer-ho així! És obvi que aquest actor ens pot desbordar amb preguntes que potser no tenen resposta immediata arran de com es veurà limitada o afectada la seva activitat arran de la transició. Ja he dit que el consumisme i el productivisme són particularitats de tota la societat actual i, per tant, ens costarà un esforç gran compartir el problema. No tots els emprenedors segueixen exclusivament el tarannà clàssic.

El pacte amb la gran emprenedoria multinacional pot ser molt difícil! Poden insistir dient-nos que els seus experts opinen que tot s'autoregularà! Pot ser dur reclamar una actitud consensuadora en aquests «seus experts». En moments així ens podríem preguntar raonablement quant experts són els «seus experts» o com d'assenyat és el seguiment de la seva intervenció. Dues grans línies de treball queden obertes a l'hora d'interactuar amb aquest grup. Una de les aproximacions viables podria fer-se a través d'accions indirectes com ara utilitzar bones polítiques de medi ambient i residus

com a recurs per frenar el consumisme. L'altra seria involucrar el gran emprenedor, tal com hem anunciat anteriorment, en iniciatives d'innovació relacionades amb l'emanipació del Sud Global o en la mateixa sostenibilitat. Indirectament estaríem reconduint un afany de guany en la materialització d'un progrés concret.

Hi ha àrees de treball que avui ja comporten una entesa manifesta entre la socioconsciència i l'emprenedoria. Aquestes àrees no són noves i es configuren a partir del fet que hi ha molts perfils d'emprenedor. En aquest sentit, m'agrada considerar emprenedor, en sentit ampli, el que es llença a la innovació amb criteri, seguint l'estímul dels seus propis resultats. Consegüentment, penso que quan un negoci té unes dimensions «humanes» i unes rutines que accepten una vigilància estricta de la seva competència, el perfil d'emprenedor que hi trobem sol està obert a entrar en el problema d'aturar el consumisme. L'emprenedor raonable vol ser acceptat per la societat real, i si aquesta societat esdevé anticonsumista, la seva emprenedoria essencial li farà trobar la manera d'avenir-se amb el canvi. Recíprocament, crec que és important que la socioconsciència tingui present el fet i aconsegueixi una harmonització dels seus objectius amb les pràctiques d'aquest tipus d'emprenedor. La socioconsciència necessita esperit i caràcter emprenedor per tirar endavant accions pròpies de la transició. S'hi ha de comptar! Sense emprenedors no hi ha progrés! Convé, doncs, incorporar l'emprenedor raonable a les accions que han de fer progressar la societat cap a l'endemà ecològic. Són molts els detalls d'implementació necessitats de veritable emprenedoria i, per descomptat, seria un error greu deixar de banda un col·lectiu que pot ser crucial a l'hora de convertir en realitat moltes de les accions de transició energètica. Motivar l'emprenedoria raonable per tal que s'impliqui en la transició energètica és una tasca que no hem d'oblidar.

4.1.2. Els experts

Qui es considera expert en sostenibilitat energètica? Qui considera que pot raonar en profunditat tots i cadascun dels aspectes de l'entrellat energètic actual? Deixeu-me anticipar que, considerant aquesta pregunta de manera estricta, potser ningú pot donar una resposta contundent de primera mà. Però tampoc la vida és així de rotunda. Tot té solució, algú podrà analitzar i algú podrà debatre! Tot s'haurà de fer probablement escoltant-nos detingudament i assenyadament, tot s'haurà de fer en comitè!

En comitè s'endrecen moltes coses i els comitès multidisciplinaris haurien de ser prou flexibles per admetre un intercanvi fructífer. En aquestes condicions sorgeix el punt feble principal del col·lectiu dels experts. La societat moderna està acostumada a resoldre aquesta mena de problemes, però en el cas de la sostenibilitat energètica, l'intercanvi de coneixements és sovint complex i vol un esforç. Recordem que tenim tecnòlegs, economistes, climatòlegs... L'habilitat de l'expert emis-

sor a posar en llenguatge planer els seus continguts és, per descomptat una de les destreses necessàries, però la complicitat entre aquest i l'expert receptor és potser la més transcendent. Quan l'expert no col·labora en aquesta transmissió de continguts, s'aïlla de les altres experteses i renuncia a una coordinació fructífera, els objectius globals perillen. Aquests experts que «marquen terreny» creuen que protegeixen el seu camp però acaben deteriorant les comunicacions internes del grup i sovint resten garanties d'èxit al comitè.

Hi ha un altre punt rellevant. Els tècnics també som humans i a cops tenim moments eufòrics en què ens sembla que el nostre èxit, que potser hem demostrat en alguna bona realització, pot arribar molt lluny. És important dominar aquestes situacions i evitar les conseqüències negatives a què puguin donar lloc. Qualsevol que hagi exercit professionalment en el món de la ciència o la tècnica recordarà de ben segur més d'una conjuntura equivalent. L'eufòria del tècnic pot aparèixer per raons molt diverses. La més elemental és absolutament humana, i té tots els pronunciaments favorables. Parlo de l'entusiasme que mostrem com a prova de la nostra satisfacció personal un cop hem culminat amb èxit una tasca complexa o dura. És un fet tan natural i tan innocu que no calen més comentaris. Hi ha altres eufòries, algunes també justificades en el seu context comercial o laboral. Hi ha casos en què el tècnic eufòric està reivindicant i acompanyant emocionalment el seu èxit perquè no passi desapercbut i es vegi recompensat. Hi ha circumstàncies, però, en què el científic i el tècnic han de controlar les seves eufòries i diferenciar molt, sobretot en les seves intervencions públiques, quines afirmacions són supòsits i desitjos eufòrics i quines són resultats confirmats i verificables. Quan aquestes eufòries entren a la tertúlia energètica poden tenir un impacte considerable. Les experteses necessàries en un debat tècnic sobre sostenibilitat són tan diverses i nombroses que suggereixen cautela. Els experts, per bé que intentin seguir el mandat rebut, també es veuen estimulats per incentius diversos. És obvi que normalment el bon professional no cau en tergiversacions fraudulentes, però la realitat és subtil, i els silencis a cops són eloqüents. Polítics i gestors tenen moltes coses entre mans i així, afirmacions ambigües d'un expert que poden tenir lloc fruit d'alguna eufòria com les citades, també es poden elevar al rang de manifestació rotunda perquè no hi ha temps o no podem dedicar-hi més mitjans. L'exemple més clar és aquell en què se li pregunta a l'expert sobre la viabilitat d'una determinada opció o activitat i contesta que és viable si es donen tals condicions. La premsa i els condicionants habituals poden fer que la viabilitat es doni per feta i que ningú no verifiqui el compliment dels requeriments amb el detall necessari. Afortunadament, estem considerant un fet que difícilment té lloc en projectes importants de contingut definit però que apareix en altres circumstàncies, com ara avalar tècnicament un comunicat polític, o la de pronunciar-se sobre un desenvolupament a 30 anys vista com els que sovintegen en l'àrea de la sostenibilitat energètica. En alguna ocasió arriba a semblar que l'expert és cridat només amb l'objectiu de donar «validesa» a una decisió ja presa sense tenir-ne en compte els continguts.

4.1.3. Els ciutadans

El ciutadà viu i es relaciona. Aquesta vida i aquesta relació el porten a gastar energia. El ciutadà també s'informa, reflexiona i vota. La vida moderna és complexa, entendre una mica aquesta complexitat sembla indispensable quan intentem viure i relacionar-nos d'una manera coherent. El ciutadà rebrà estímuls de tots els tipus esmentats i més. No només estímuls com ara els de campanya electoral amb missatges típicament breus i pensats per professionals d'aquesta comunicació, sinó també altres de més assossegats. Entre aquests darrers n'hi haurà del seu entorn, dels mitjans de comunicació de masses, de la societat en general i dels records de la seva experiència de vida i formació. Tant els missatges compromesos en la lluita contra el canvi climàtic com els negacionistes arribaran al ciutadà i hauran de competir no solament entre si, sinó també contra un nombre important d'altres estímuls, com ara declaracions de candidats polítics, articles i programes d'opinió, iniciatives de divulgació científica i manifestacions de l'entorn en general. En aquestes circumstàncies, recopilar informació i reflexionar esdevé complicat per al ciutadà.

La tecnologia és complexa i el seu funcionament segur que necessita una reflexió científica a cops bastant accentuada. Per descomptat, és molt bo entendre que, allà on no arribem amb el nostre coneixement i la nostra experiència personal directa, puguem arribar-hi mitjançant la confiança en algú. Tota la nostra forma de vida se sustenta en la confiança. Si es trenca, el ciutadà i la societat pateixen. Un exemple d'aquest fet és la conjuntura social i política que vivim avui a tots els nivells arran de la pandèmia. Sense una pulcritud que permeti una acceptació de les confiances en joc difícilment farem un pas endavant clar en la crisi del coronavirus ni tampoc en la transició energètica.

Soc un convençut que l'energia és, avui per al ciutadà mitjà, una gran desconeguda! La meva afirmació es basa en l'observació de detalls en situacions quotidianes diverses tan públiques com personals, a més d'alguna de l'àmbit professional. Tots sabem que el que sembla difícil, quan s'explica, és fàcil. Qui li ha explicat al ciutadà la problemàtica energètica? Amb quina atenció i amb quina intensitat s'ha fet? No busquem respostes enrevessades, crec que ningú ho ha fet! La persona que et dedica un temps sol mostrar un desig clar d'obtenir una informació que li permeti, si més no, entendre alguna cosa. La meva experiència en la pràctica citada m'ha permès anar classificant els dubtes que sol tenir el ciutadà i anar acotant les àrees més necessitades d'informació. Alguns d'aquests dubtes tenen una resposta gairebé immediata i són solubles d'una manera fàcil amb temps i complicitat. També hi trobem grans temes, com ara la imminència del col·lapse del planeta o la problemàtica essencial de l'energia nuclear. Hi ha respostes per a tots, però s'han de donar i perquè es donin trobem a faltar temps i complicitats.

Jo entenc que el ciutadà vol informar-se però no li estem posant la cosa fàcil. Què li van dir a l'ensenyament obligatori? Què li diu internet? Què li diuen l'ambient i els polítics? És natural que el ciutadà estigui perplex i si li agrada opinar i votar en funció dels seus coneixements, vivències i expectatives, en aquestes condicions tingui dificultats serioses de convenciment. Si partim que el ciutadà disposa només de la formació energètica que ha aconseguit com bonament ha pogut, les seves decisions sobre energia van camí d'estar molt poc consolidades. En una situació com la descrita, la ciutadania depèn enormement de la comunicació de masses i del seu llenguatge. El llenguatge de masses, ja ho hem dit, sol estructurar-se en missatges breus i el risc de trobar-hi maximalismes és gran. Aquests maximalismes porten sovint el ciutadà a fixar-se en els estímuls que li arribin amb més insistència i d'una forma més atractiva. El benestar, el benestar dels seus, la socioconsciència, la visió científica del món i altres, tots ells són estímuls que rep de la societat i que entren en competència per ajudar-lo a decidir. En aquestes condicions, és probable que les seves decisions tinguin molt poc present l'enrevessada problemàtica real que està en joc. Aquest ciutadà decidirà probablement segons li dicti el partit dels seus anhels, la família, el negoci, el seu benestar immediat o fins i tot la supervivència.

4.1.4. Els grups ideològics

Fins avui he dialogat sobre el tema energètic amb gent molt diversa. Crec que sovint ha estat un diàleg afortunadament constructiu que, si més no, m'ha ajudat a avançar en el propòsit d'entendre quin és el camí més segur cap a un demà sostenible. Sempre que parlo amb representants de grups ideològics en general intento tenir present el rol dels partits polítics a la societat com a instrument fonamental per a la participació ciutadana. Aquest fet em fa tenir present les particularitats del llenguatge utilitzat pel polític que gairebé sempre és un reflex de la seva voluntat de sintonia amb la gent del carrer. La manera de fer i de raonar de l'ideòleg sol tenir molt present la seva connexió amb el gran públic! És natural que sigui així, ja que l'ideòleg sol treballar per aconseguir la confiança del ciutadà i a partir d'aquí normalment intenta guanyar les eleccions corresponents. Per fer realitat aquests propòsits és indispensable desenvolupar aquesta sintonia amb el poble i això es fa entrant en el llenguatge de masses i en les seves lògiques inherents amb missatges curts i entenedors, absència de matisos i crides contundents a l'entusiasme. Parlar de grups ideològics vol un ordre per no oblidar res significatiu.

Consegüentment, aquest apartat comença abordant els problemes propis d'aquest punt de partida. Així doncs, parlo de la problemàtica de la cohesió dels grups humans i afegeixo uns comentaris addicionals sobre algun dels problemes més freqüents lligats a la simplificació pròpia dels continguts ideològics. Cobert el punt, entro a resumir els continguts de les persones amb qui he dialogat sobre qüestions energètiques. És oportú recordar que la informació donada aquí serà completada

a l'apartat relatiu a governs i institucions i també a la secció següent en què, vista la seva rellevància en aquest context, dedico una atenció a les diferents postures antinuclears identificades.

Hi ha un tema, en aquest context, que és enormement important. Crec que és el moment d'aprofundir una mica en la idea de cohesió de grup i tipificar-la com a qualitat rellevant. Intentem dir quelcom més per tal de entendre com es té en compte, com es valora i com s'utilitza raonablement. Quan un grup de ciutadans es manifesta compartint una idea política i mostrant-ne la seva internalització sòlida, les accions polítiques subsegüents en treuen un clar avantatge pràctic, el pensament en qüestió acostuma a entrar correctament en el debat públic i normalment reeixir. El grup, sigui l'electorat d'un partit o coalició o sigui la comunitat sencera, llueix la seva cohesió al voltant de la idea defensada. Sigui quina sigui la idea, les garanties d'entrar en un procés fructífer són grans. Per posar un exemple, són molts els processos de transició democràtica de països que van tenir una cohesió popular com a fet clau del seu èxit. Recíprocament, a aquells països on es va voler instal·lar una democràcia pensada des de fora, sovint les transicions van fracassar. Un cas entremig que em ve al cap és la transició sud-africana, en què el seu líder, Nelson Mandela, va tenir molta feina i feina difícil! En efecte, ell mateix va dir-nos que allà on hauria desitjat una cohesió franca de respecte mutu entre ciutadans blancs i negres va trobar-se una altra situació d'entrada. Va haver de partir de la cohesió forta d'una comunitat àmplia al voltant d'una situació en què la idea de revenja malauradament coexistia amb la de democràcia d'una manera bastant arrelada. La seva feina va ser dura, amb avanços i retrocessos. Li va correspondre liderar el difícil canvi que havia de permetre que aquella societat trenqués la cohesió existent i la reconduís cap a una nova cohesió de respecte ampli. Ho va aconseguir? Admetrem que, malgrat les dificultats, va aconseguir una cohesió suficient per engegar el procés desitjat!

Són nombrosos els exemples en què la cohesió del grup social es mostra estretament relacionada amb l'èxit de l'acció política relacionada. Podríem parlar de casos clars com els d'inversions en infraestructures generant activitat en alguna zona o determinades transferències de competències en administracions locals. Com podem veure, són accions que tenen un lligam clar amb un benefici tangible que el ciutadà pot percebre de manera inequívoca i automàtica. En qualsevol acció d'aquest estil, el grup ciutadà es cohesionava amb facilitat al voltant del canvi suggerit i el capta com a millora indubtable. En aquests casos, l'acció del polític és fàcil i agraïda. El polític no ha de fer més que lluitar facilitant el canvi, i aprofitar i gaudir de la cohesió favorable del ciutadà representat!

Les coses volen més observació quan parlem de sostenibilitat en general o, més concretament de sostenibilitat energètica! En efecte, que fàcil que és comunicar les excel·lències de la societat sostenible, la seva necessitat i el desig col·lectiu d'arribar-hi

tots junts! En contrapartida, que difícil que és explicar les particularitats del camí que ens pot portar a la sostenibilitat real amb garanties d'èxit! És senzill explicar com serà la vida en una societat energèticament sostenible o recordar que és moltíssima l'energia que ens arriba del sol! És complicat recordar que el tarannà de la societat d'avui ens dificulta enormement l'avanç cap a un demà sostenible. En aquest context, els grups ideològics solen emfatitzar, en les seves comunicacions públiques, tots aquells aspectes que ajuden a vendre el seu producte, alhora que simplifiquen els continguts que transmeten donant entrada als seus missatges curts i crides a l'entusiasme. El fet té la seva lògica, no és gens nou i s'utilitza normalment en comunicació de masses. En aquest cas, però, el ciutadà es queda a mitges! Entén una sèrie de qüestions simples ara que haurà d'instal·lar plaques solars, que haurà d'evitar alguns malbarataments evidents... Però no arriba a entendre, perquè no se li explica amb prou devoció, que potser haurem d'anar a una vida més sobria, que haurem de limitar viatges, que els que vivim en zones d'alta densitat de població ho tenim més difícil... O en un altre ordre de coses que, si no hi pensem, el Sud Global tindrà dificultats per avançar amb poca energia, que haurem de negociar amb els productors de combustibles fòssils, que haurem de seguir el raonament dels experts per determinar si les nuclears es poden tancar demà o d'aquí 30 anys... Sincerament no crec que els grups ideològics ignorin les dificultats pròpies de la transició energètica però quan escoltem les explicacions que solen donar al gran públic, realment ho sembla! El problema pot sorgir i sorgeix quan la mateixa simplificació típica de la comunicació pública la trobem en una conversa d'experts o a la tertúlia sobre sostenibilitat energètica. Aquest és un fet extremament significatiu.

Dues qüestions més poden aflorar amb un caràcter semblant. Reduir aritmèticament balanços d'energia o magnificar la rellevància de l'entorn domèstic són les àrees que més sovint formen part de la citada simplificació. La reducció aritmètica de balanços ja ha estat comentada anteriorment. Pel que fa al paper de l'energia a l'entorn domèstic, és un fet observat que sol ser magnificat pels dirigents polítics oblidant que el transport i la indústria són consumidors contundents. A què és degut això? En el seu intent d'aproximar-se al ciutadà, el polític sol mostrar interès en allò que és proper al representat. Per bé que no descarto que aquest punt tingui algun retorn positiu, crec que afecta negativament la consolidació de la consciència del problema. Poques vegades parlant d'energia recordem al ciutadà que una part important del seu confort és possible gràcies a un transport de persones i mercaderies i una indústria que es belluguen avui gràcies a consumir molta energia. Resolent el problema domèstic, ja ho hem vist abans, només solucionariem el 15 o el 20% del tema energètic! Poques vegades recordem a aquell ciutadà que veu fàcil omplir les teulades del seu veïnat de plaques solars, que el mateix s'ha de fer a tots els veïnats del món i per a una extensió important de terrenys que anomenarem camps solars! Poques vegades expliquem que aturar les combustions fòssils és una tasca complexa i que no tothom sembla que la vulgui facilitar!

Entrant en el contingut de les persones amb qui he dialogat, a una de les bandes del meu discurs hi trobem postures polítiques que emfatitzen, amb una intensitat diversa, la sostenibilitat. A l'altra banda n'hi ha que emfatitza la satisfacció de les necessitats actuals. És obvi, que valdria la pena intentar arribar a un demà ecològic però reconeixent que partim d'un present enrevessat com el que realment tenim. Entre els que emfatitzen la sostenibilitat, hi trobem les postures lligades en general als moviments ecologistes i a la militància de partits d'esquerres. Entre els que emfatitzen la satisfacció de les necessitats actuals, hi trobem les postures lligades a polítiques de centredreta i postures negacionistes i afins.

El moviment ecologista és essencialment progressista i ha aconseguit avanços clars per a la societat actual. Pensem en àmbits com la protecció del medi ambient, el tractament dels residus, el respecte al paisatge o el desenvolupament del concepte de *sostenibilitat* a llarg termini. Molts ecologistes però, són antinuclears. Quan he parlat amb alguns d'ells, m'ha agradat recordar-los que no tots ho són i que hi ha grups econuclears amb un discurs que val la pena considerar, i que per cert s'assembla una mica al meu. També m'ha agradat avaluar conjuntament la traçabilitat de la informació bàsica de què disposen per abordar el tema. La majoria dels que han interaccionat amb mi solen ignorar alguns problemes dels quals ja hem parlat. Entre aquests hi trobem detalls significatius de la tecnologia nuclear o qüestions rellevants relacionades amb la dificultat d'implantació d'energies renovables domèstiques en àrees de gran o grandíssima densitat de població. Comparteixo amb ells moltes coses, com ara i de forma inequívoca, l'anhel d'avançar en la implantació de les energies renovables. Alguns no tenen resposta quan els pregunto com resolem el curt termini. Com en tot hi ha ecologistes de molts tipus, fins i tot hi ha qui es considera ecologista i mai no és assenyalat com tal. Molts, jo crec que molts ecologistes utilitzen afortunadament el terme «raonable» com se sol fer en moltes àrees del discurs ciutadà. D'aquesta manera, per exemple, accepten un nombre raonable de línies elèctriques, d'aerogeneradors, de ponts i d'autopistes en el paisatge de la seva comarca. D'altres són més estrictes i alguns radicalment estrictes i porten el seu veto a posicions algun cop extremistes. La postura d'aquests darrers entronca amb estímuls d'indignació sistemàtica. Respectant que hi ha moltes maneres sensates d'indignar-se, a cops aflora el que nega capacitats manifestes de la modernitat i la tecnologia i s'aproxima al que coneixem com a *cultura del no*. En el futur es pot donar la paradoxa que entre els partidaris de frenar una expansió ràpida d'infraestructures renovables hi trobem alguns d'aquests grups ecologistes estrictes. Aquest és un fet que, en alguns llocs, ja comença a ser un problema!

Les postures lligades a polítiques d'esquerra amb experiència de govern incideixen amb insistència en allò que es pot fer a curt o a mitjà termini. Al llarg de la meua vida, he parlat de sostenibilitat energètica moltes vegades amb militants d'esquerres. N'he trobat d'enormement motivats i àvids de coneixement específic del tema. Sovint l'esforç didàctic dedicat ha tingut la seva compensació. Per bé que poden

estar incòmodes en els temes que semblen anar a contracorrent amb els seus, l'experiència d'haver governat o d'haver-hi estat molt a la vora els fa comprensius amb tot el que es refereix a les transicions. En el meu diàleg amb algun representant d'aquest grup he dit alguna vegada: «un dia tancarem les nuclears però probablement ni tu ni jo ho veurem, i si ho acabem veient vol dir que l'electoralisme per desgràcia ha guanyat la partida a la socioconsciència».

Les postures lligades a polítiques de centredreta són bastant diverses. Potser la més freqüent participa d'un cert liberalisme econòmic i per això insisteix a cobrir la demanda elèctrica, i energètica en general, seguint les regles del joc d'avui, és a dir, les del mercat liberalitzat. Posen èmfasi en la garantia de subministrament, i aquest és un punt extremament positiu que val pena recordar i tenir present a l'hora de planificar. Aquestes condicions confereixen al seu discurs una solvència de present que té el seu valor i èxit. El discurs esdevé vulnerable quan es debaten previsions a llarg termini. També intenten fugir del negacionisme que només aflora explícitament en aquelles regions del món que viuen de l'explotació del carbó, del petroli o del gas. Igual que tothom, parlen poc de centrals nuclears per bé que, en alguns casos s'acosten a postures pronuclears amb elements de sostenibilitat. De fet, són molts els països amb governs de centredreta que han signat l'Acord de París 2015. Solen posar èmfasi en temes com mediambient i CO₂, i rarament aborden el problema del consumisme.

Hi ha negacionistes també! En diem *negacionistes* perquè neguen sobretot els efectes negatius del canvi climàtic. Entre aquests hi podem trobar els grups dominants dels països que no han signat l'Acord de París 2015. N'hi ha més! Dins dels països signants hi trobem grups amb un discurs i una gesticulació que no sembla reconèixer que la humanitat s'està proposant com a tasca comuna l'eliminació del consum de combustible fòssil d'aquí 30 anys. Aquest discurs en boca de no-signants i d'algun signant, sovint intenta desautoritzar el dictamen de climatòlegs i científics del medi ambient. Argumenten que la humanitat s'ha refet i es repararà de tot, i que per tant les transicions suggerides avui són per ells una exageració! Hi ha un grup cohesionat que es declara negacionista i compta amb líders com el fins fa poc president dels Estats Units, Donald Trump. Entre els arguments amb què el grup intenta enfortir la seva cohesió, en destaco la utilització de la imatge del benestar aconseguit o el vot de les regions productores de carbó.

També hi ha la postura dels que en podríem dir *negacionistes de la sobrietat*, alguna cosa n'hem dit anteriorment. Es tracta dels qui neguen la necessitat de ser sobris, això vol dir, sostenibles i anticonsumistes. M'agrada destacar aquest grup i recordar que existeix perquè, tot i que sovint passa desapercbut, arriba a tenir el seu pes i a confondre molts. Solen defensar que els mecanismes actuals ja regulen adequadament l'activitat productiva. En molts moments mostren unes afinitats i un

tarannà semblant al del negacionisme climàtic. Són partidaris d'utilitzar tot el que els permeti defensar la seva filosofia de vida, això inclou tot tipus de mecanismes de producció energètica, centrals nuclears i convertidors de tota mena. Rarament incorporen als seus arguments continguts de caire social, ni consideracions a les desigualtats entre humans, ni deliberacions sobre les limitacions del planeta. Ningú es declara negacionista de la sobrietat o partidari de voracitats com les suggerides, però crec que els seus raonaments afloren en el nostre dia a dia i també en el context energètic. Els considero incòmodes per al científic. D'una banda, semblen tenir-li confiança; però de l'altra, voldrien que les innovacions apuntessin al manteniment del tarannà de consum consolidat.

Són molts els grups ideològics que entren en el debat energètic. Molts volen o diuen que volen la sostenibilitat i el demà ecològic. Les discrepàncies amb el judici d'experts afloren relativament d'hora. Per bé que sigui paradoxal, les simplificacions que solen incloure els discursos ideològics malgrat produir cohesió sovint, massa sovint, mutilen continguts molt rellevants.

4.1.5. Les institucions i els governs

Què s'està fent avui des de l'entorn institucional quan parlem de transició energètica cap a una nova realitat? Fins a quin punt els discursos dels governs i els fets que observem avui van en la bona direcció? Amb quina contundència s'aborden els problemes que tenim damunt de la taula? Aquestes són les preguntes que s'intenten acotar o respondre considerant els quatre aspectes següents: complexitat de gestió, globalitat, cultura energètica i accions de govern.

Gestionar políticament el tema energètic és complex i, abans d'entrar en comentaris sobre els seus actors institucionals, cal mencionar alguns aspectes de la dicotomia sintonia-gestió. Aquesta dicotomia aflora quan el polític o ideòleg, que ha estat elegit gràcies a la seva sintonia amb el poble, es veu obligat a entrar al món de la gestió. No estem parlant de res excepcional o poc freqüent, més aviat tot el contrari. Sovint de la sintonia amb el poble en resulta, directament o indirecta, el nomenament del batlle de la vila o del primer ministre. No estic contestant els mètodes d'elecció d'aquests càrrecs que de ben segur són correctes i, a més a més, justos. Vull fer notar, però, que gestionar és gairebé un ofici que exigeix una preparació, una experiència i un temps. Gestionar un projecte amb un alt contingut tecnològic i humà és complex. Hi ha tants temes damunt la taula del polític que ara governa, que sovint notem la seva negativa a entrar en els matisos determinants del tema que ens ocupa. No estem assenyalant un error sistemàtic de l'organització establerta, és obvi que els caps de llista electoral han estat seleccionats pel partit entre bons gestors, no ho dubto. El polític que acaba ocupant un càrrec de gestió es veu estimulat per l'anhel d'enllestir una feina ben feta i també pel de mantenir la seva

imatge davant la ciutadania. La concurrència entre aquests dos estímuls hauria de ser normalment positiva. Tot hauria d'espètegar en una bona gestió, una visualització correcta del fet i un resultat positiu de manteniment o millora de la imatge. Les coses no són sempre així. A cops, arran d'una gestió deficient o d'una visualització imprecisa, el polític implicat pot aferrar-se, malgrat tot, a mantenir la imatge i això el pot portar a decisions que assossegadament molts qualificariem d'incorrectes. La veritat és que tot és administrable interactuant correctament amb els experts al servei de la gestió! L'energia és un tema complex i molt interconnectat, i per això és un tema en què matisos molt diversos intervenen de forma decisiva. Conduir la interacció d'experts i sintetitzar conclusions és una tasca que vol dedicació i experiència. La gestió global d'una transició energètica té, al meu entendre, més similituds amb la dels grans projectes tecnològics que no pas amb els grans projectes logístics. En tornarem a parlar.

Parlem de globalitat. De veritat que els països del món estan tractant el problema energètic o climàtic en la seva globalitat? La resposta no és rotunda! D'una banda sembla que sí, sembla que s'organitzen cimeres i es prenen acords que contenen compromisos tendents a la moderació i al control d'emissions i de malbarataments. D'altra banda, però, les cimeres no conclouen amb acords inqüestionables que ens facin pensar en millores imminents en el camp. Un exemple que podria il·lustrar en quin punt se situa el debat institucional el podríem trobar en les postures oficials de països influents com els Estats Units o la Xina: el seu discurs a penes canvia i gairebé sempre entre els seus arguments hi trobem un èmfasi a l'autodefensa de la seva capacitat industrial i poques, ben poques al·lusions a la consciència de planeta. Aquí aflora l'estímul de la comunitat pròxima i la controvèrsia entre aquesta i la socioconsciència global.

Les institucions i els governs són responsables de la cultura energètica del ciutadà. També són responsables d'altres àrees de la cultura en què malauradament observem deixadeses equivalents en moltes ocasions. No tots els governs són uns deixats, però no és ni la primera ni l'última vegada que ens queixem de manca de sensibilitat en aquest àmbit. En aquest cas, les mancances afluoren, a cops en relació amb les accions formatives en matèria energètica i a cops en relació amb la intervenció del científic a l'àmbit públic. Totes dues mancances parteixen d'una mateixa consideració de valors i entronquen amb la sempre present controvèrsia ideologia-ciència comentada anteriorment. Comencem per la primera d'aquestes mancances. Amb el que s'ha dit fins ara, sembla evident que l'energia, a dia d'avui, és un tema que incideix enormement en la vida ciutadana. Són moltes les activitats essencials de la societat que, en l'estructura actual de les nostres vides, necessiten energia perquè es puguin dur a terme i simplement no es podrien realitzar sense. Insisteixo que estem parlant d'activitats essencials que fan possible la vida. En aquest context, el ciutadà té dret primer a un mínim de formació prèvia general en

matèria energètica i addicionalment a una informació suficient sobre aspectes relatius a les grans novetats energètiques que incideixen de manera més significativa a la seva vida. El primer d'aquests dos punts es refereix sobretot als continguts de l'ensenyament obligatori i de batxillerat. Diverses vegades he exercit com a tutor de treballs de recerca de joves estudiants en la fase final d'aquesta darrera etapa. Han estat experiències molt positives que, a causa del meu camp d'expertesa, sempre han estat relacionades amb l'energia, i m'han permès desbrossar la qüestió i treure'n alguna conclusió preliminar. L'anàlisi dels continguts previs en matèria energètica més freqüentment transmesos als diferents nivells del nostre ensenyament, realitzada en ocasió de les tutories, em permet raonar que aquests continguts poden millorar substancialment. La meua afirmació es fonamenta no solament en l'observació efectuada sinó sobretot en la valoració que faig de l'actitud positiva, la capacitat d'assimilació i l'avidesa de coneixements útils dels estudiants en aquesta fase que de ben segur ha de permetre uns resultats clarament millors. Aquesta visió bàsica del tema podria afinar-se amb la contribució de professionals de la pedagogia coneixedors de l'etapa de què parlem. Segur que hi hauria afegits que ens farien guanyar en solvència i credibilitat.

Els governs solen limitar la intervenció dels científics i això dona lloc a la segona mancança relativa a la cultura energètica del ciutadà. Una cosa és el discurs dirigit a la massa i una altra és el que es diuen dos científics que, enfront d'una realitat complexa, de veritat volen avançar. Totes dues coses són humanament dignes i necessàries. Pel que fa al discurs dirigit a la massa, ha de ser simple, entenedor i concís. Pel que fa als científics, acostumen a precisar la seva semàntica i donar voltes a les coses fins a poder garantir que han copsat el que l'interlocutor volia dir. Estem parlant de dos llenguatges diferents! La realitat vol ciència i aquest esforç d'entendiment s'ha de fer. Si l'esforç es fa a temps, l'harmonia aflorarà de forma sòlida i el ciutadà rebrà un missatge útil i coherent amb uns continguts científics limitats però fermes. L'àmbit de la transició energètica té interaccions singulars i a vegades en el discurs corresponent d'un científic hi apareixen o l'èmfasi imprevist a la urgència d'una realització o l'accent a la importància relativa d'un tema. Un govern dialogant no ha de tenir cap problema per gestionar la qüestió. Malauradament alguna vegada, potser a causa del poc temps disponible, potser per les desavinences entre actors o potser per la manipulació, tot ens ha portat a escenaris en què la societat ha fet callar el científic. És lamentable, hem d'intentar evitar situacions com aquesta que a cops arriben a extrems d'utilització fraudulenta del científic. Tot i que el més freqüent és que et facin callar, algun cop et trobes amb quelcom pitjor: que et deixin parlar, triïn algunes de les teves frases «considerades més rellevants» adduint que s'està interpretant el que s'ha dit, les treguin de context i en facin un relat a mida d'uns altres interessos. Tothom afortunadament rebutja aquestes pràctiques però malgrat tot les seguim observant! El científic, a més a més, sol mostrar interès a comprovar com el seu pensament s'harmonitza amb el pensament de la societat i

també amb el dels seus representants. És un fet que he observat a la gran majoria dels científics que he conegut i que em porta a connectar amb un principi tan general com el que ens diu que la cultura és un dret. Tots hauríem d'estar compromesos a facilitar que el discurs científic, tal com hem dit amb un contingut limitat però ferm, arribi al ciutadà amb garanties.

Siguin de dretes, siguin d'esquerres, sembla com si els governs no volguessin considerar avui estratègies comunes consensuades amb un ampli ventall de les forces polítiques del país. S'estan prenent decisions a mitjà i llarg termini i s'estan establint compromisos locals i internacionals. Malgrat tot, els governs insisteixen en la seva postura. El govern que ens ha representat a la darrera cimera internacional no coincideix amb el que ens va representar anteriorment i el ciutadà no té coneixement de la coherència dels pactes i compromisos adquirits. S'estan pactant internacionalment canvis que són importants i tenen un temps d'implementació molt llarg, en molts casos estem parlant de desenvolupaments a 30 anys vista. Els discursos institucionals sobre polítiques energètiques solen incloure, amb certa timidesa, la idea d'urgència en el tractament del problema climàtic, però no acostumen a demostrar un convenciment profund de la necessitat d'accions contundents que n'assegurin el compliment. Quan se'ns demana de corregir anomalies climàtiques que s'han de produir d'aquí 30 anys, o quan alguns actors mostren la interconnexió d'aquestes amb el consumisme i amb el progrés del Sud Global, els representants de les institucions i dels governs no s'arrisquen encara que els científics ho recomanin! En seguirem parlant.

4.2. Postures antinuclears

Passem a parlar de les postures antinuclears. Atès el fet que la transició proposada té un ús limitat però rellevant de les centrals nuclears, sembla convenient caracteritzar aquests posicionaments en el context de la transició que estem desenvolupant. Parlarem d'un seguit de postures variades que responen a raons bastant diverses i algunes clarament atípiques. Farem referència a quatre grups de postures: les originades per un sentiment de por, les que són fruit de la simplificació característica dels continguts ideològics, les que ho són per raons estratègiques i finalment les que anomeno «altres postures», que resulten o menys rellevants o més difícil de catalogar.

4.2.1. Postures originades per un sentiment de por

Hi ha una postura antinuclear que es basa sobretot en l'observació dels grans accidents esdevinguts en centrals nuclears i en la por real que varen generar en el seu dia. Parlo dels tres accidents ja descrits, concretament Three Mile Island (1979),

Txernòbil (1986) i Fukushima (2011). Arran del sentiment de por que es va produir, va néixer l'opinió que les centrals nuclears són insegures i, a partir d'aquí, que haurien d'aturar-se i desmantellar-se. El pensament va aflorar d'una manera rotunda i la raó de tal rotunditat la podem trobar en el fet que la societat ni ha posat a l'abast dels ciutadans els coneixements necessaris per avançar en la qüestió, ni tampoc li ha fet arribar la informació del tractament que cadascun d'aquests accidents va tenir al seu dia. En conseqüència, la postura no admet els raonaments dels tècnics en seguretat i tecnologia nuclears i, per tant, es manifesta antinuclear sense més raonaments. No estic parlant d'un col·lectiu organitzat sinó d'un conjunt de ciutadans que es troben en aquesta situació. D'una banda, van sentir por i de l'altra, potser ningú els va donar cap explicació. Sempre he sentit respecte, comprensió i solidaritat amb aquest col·lectiu ciutadà i m'ha agradat demostrar-ho en les accions de difusió i divulgació en què he col·laborat.

Aquest punt vol un comentari o recordatori. Ja hem dit que, arran de cada incident o accident que té lloc en alguna central nuclear, es posen en marxa un seguit d'accions d'anàlisi que culminen en unes millores de seguretat en totes les centrals del món. Divulgar el fet seria enormement interessant! En ocasions com la citada, els governs dels països de tot el món podrien contribuir a produir assossec per a la ciutadania divulgant de forma activa els resultats de l'anàlisi d'accidents o incidents en centrals nuclears, incloent-hi lliçons apreses i accions correctores i emfatitzant el fet que, arran de les accions preses, les centrals nuclears del país són avui més segures!

Malauradament, molts governs es limiten a fer el mínim que marca la llei i no solen aprofitar l'oportunitat de contribuir amb força a l'assossec de la ciutadania. Si recordem el darrer exemple, el 2011 l'accident va generar una quantitat important d'articles, programes de televisió i compareixences. Sobre el 2013, totes les centrals nuclears espanyoles havien implementat millores en els aspectes relatius a les seves capacitats de fer front als escenaris que suggeria Fukushima i eren objectivament més invulnerables que el 2011, la seva seguretat havia millorat notablement. El fet va passar desapercebut.

4.2.2. Postures lligades a la simplificació

Hi ha postures antinuclears que considero lligades a la simplificació característica dels continguts ideològics. D'aquestes n'hi ha de molt diverses i es donen en grups d'ideologies diferents. Són postures que es consoliden en moltes ocasions quan coincideixen amb algun caràcter expeditiu del lideratge implicat. Unes argumenten a partir de la inseguretat i dels residus; d'altres, a partir del fet que les nuclears no són per sempre, i d'altres, a partir de consideracions de mercat.

Els qui defensen que les centrals nuclears són insegures i produeixen residus in-admissibles es prenen aquesta afirmació com una premissa rotunda per al seu discurs. A la tertúlia informal i breu solen tenir èxit. En efecte, qualsevol raonament tècnic que intenti reconduir la situació i concloure que les nuclears són raonablement segures vol minuts, o potser hores de discurs. Donades aquestes condicions, en una tertúlia rarament hi ha temps per rebatre l'afirmació. De manera semblant al que passa en una tertúlia informal, podem considerar altres situacions en què no hi ha temps. L'exemple més clar és el del científic que és cridat a aclarir un tema de la seva àrea d'expertesa en una reunió en què la majoria són polítics o ideòlegs antinuclears en primera aproximació. Sovint és un entorn que es fa inhòspit i no tindria per què ser així. Val la pena que ho comentem. De fet, ja hem començat a comentar-ho quan anteriorment hem parlat de propiciar la convivència entre ideòlegs i científics. Hem dit que estem obligats a conduir aquesta convivència de manera eficaç, valorant, entre d'altres, la proximitat dels primers o l'autocrítica dels segons. El científic demana temps d'exposició i també una atenció normalment gran. A vegades el científic no és prou conscient que està intentant revertir una opinió altament consolidada en convenciment per bé que sense el fonament habitual d'expert. Pel que fa al polític receptor, m'he trobat amb posicions diverses, alguna de bastant extrema, recordem que és antinuclear en primera aproximació. Hi ha qui queda meravellat pel fet i per l'experiència concreta. Entre aquests, que normalment t'agraeixen l'aclariment d'expert, hi ha qui manifesta, potser tímidament, que els estudiosos hauríem de ser escoltats amb més dedicació. També hi ha altres actituds. En efecte, hi ha qui directament no veu la necessitat d'aprofundir en la confirmació o la revocació de les seves premisses. Per a aquest últim, si la societat és antinuclear i la gent està tranquil·la, no cal donar-hi més voltes. Creu que canviar l'estat de l'opinió pública els costaria molt i que és millor seguir allà on som. També hi ha qui no té temps! Finalment també hi ha qui fa veure que t'escolta. Aquest és un fet que es nota especialment quan et dediques a la docència. Hi ha moments que el receptor del teu missatge manifesta símptomes que et fan entendre que escoltar el teu discurs no forma part dels seus interessos. Ubicats a l'aula, com a professor encetaries un estira-i-arronsa amb el receptor que molts cops, tot i que no sempre, es resol a favor de la maduresa. Fora de l'aula, a la tertúlia sobre energia o a la compareixença, l'estira-i-arronsa és més imprevisible i així un fet intrascendent pot esdevenir enutjós.

Una altra de les postures apareix vinculada a una imatge curiosa de la planificació energètica. Els qui l'adopten, interpreten la transició molt qualitativament. Es prenen l'afirmació que les nuclears no són per sempre amb pocs matisos i manifesten la seva opinió de començar a aturar-les tot seguit. Quan he parlat amb representants d'aquest grup, he intentat fer-los veure que les nuclears cobreixen avui unes funcions i que la seva aturada hauria d'esperar que se superessin les necessitats actuals. El seu raonament és del tot qualitatiu i una mica idíl·lic. Argumenten que si

s'han d'acabar aturant més val anar-ho fent i basquejar-nos per cercar directament altres substituïts. A primer cop d'ull, ens pot semblar una postura simplement poc tècnica, ja que sembla ignorar les dimensions i la urgència de la transició. Analitzada en clau més socioestratègica, sembla un exemple més d'equidistància. En efecte, en comptes d'aprofundir en el coneixement de les necessitats actuals, ignoren el que té de crític el present i es posicionen a mig camí entre els grups que les volen tancar ara i els que les volen tancar quan es vegi realment el final del túnel de la descarbonització. Moltes equidistàncies tenen èxit en entorns superficials.

Hi ha una altra postura que és radicalment diferent però també es basa en una visió simplificada del moment que vivim. Hi ha qui entén el mercat liberalitzat d'energia com una opció eterna per damunt del bé i del mal. Entre els que ho veuen així, hi ha els qui raonen sobre les dificultats existents a l'hora d'atreure l'inversor cap al negoci nuclear en aquest context. En efecte, el lliure mercat genera unes incomoditats que són evidents però potser no determinants. Per bé que l'energia nuclear és, a la llarga o globalment, barata, dissenyar, construir i fer operativa una central nuclear, ja ho hem vist, és car i vol un temps. L'inversor tindrà, de ben segur, altres opcions que l'aparten d'iniciatives com aquesta. Aquests inconvenients, que reconec lligats a problemes importants, són considerats per alguns com a definitius i així ho manifesten com a rebuig a l'opció nuclear. Reforcen els seus arguments i conclusions assenyalant que des que el mercat elèctric europeu va ser liberalitzat a penes s'han construït centrals nuclears. Per bé que assenyalo aquest grup com a dependent d'una simplificació ideològica, és just reconèixer-los un vessant positiu tota vegada que en moltes ocasions són dels pocs que recorden la necessitat de preveure les dificultats inherents a la inversió. Aprofundint en aquest fet, es podria donar la paradoxa de trobar-nos fins i tot que algun propietari de central nuclear esdevingués antinuclear per raons de mercat.

4.2.3. Postures per raons estratègiques

Crec que realment hi ha postures antinuclears per raons estratègiques. N'he observat de quatre menes diferents. Unes són pragmàtiques, unes altres són fruit d'un pacte estable, les terceres ho són d'un pacte conjuntural i les darreres responen a raons comercials.

Les pragmàtiques arrenquen del fet que sembla que declarar-se antinuclear avui dona vots. Crec que dona vots sobretot perquè al ciutadà no se li ha explicat la tecnologia, els seus avantatges i els seus riscos. Tampoc s'han explicat altres aspectes, com el fet que les nuclears produeixen energia descarbonitzada i que no són per sempre. Ja n'hem dit alguna cosa. El ciutadà, quan no ho veu clar, no s'hi fica. Hi ha exemples de signes diversos i en països diversos: partit pronuclear que tanca una central nuclear petita, polítics que anuncien el tancament de centrals

nuclears sense parlar de com en substituiran la producció amb dades i coneixement, parlament que es pronuncia per tancar una nuclear després d'un incident en comptes de treballar per ajudar a produir l'assossec del ciutadà... Aquest punt permet connectar amb l'exemple donat a l'apartat anterior. Aleshores hem incidit en el ja habitual silenci de molts governs, ara és oportú assenyalar alguna actitud observada en grups pragmàticament antinuclears que sovint acaben desaprofitant també l'oportunitat de produir assossec per a la ciutadania. Malauradament hi ha qui prefereix, en períodes postincident, aprofitar la inèrcia antinuclear i capitalitzar-la a favor seu. Aquest és un fet que genera un desassossec general i s'escampa com una taca d'oli contrària a la ciència, a la recerca i a la tranquil·litat del ciutadà. Es tracta d'una anomalia social que rarament és denunciada i aclarida. Hi ha qui, pragmàticament, treu algun vot arran de situacions com aquesta. En un altre ordre de coses, es donen fets menys significatius però afectats de la mateixa lògica pragmàtica. Hi ha qui es declara antinuclear per aconseguir l'entrada a iniciatives gestionades per dirigents antinuclears o a entitats administrades sense una voluntat explícita de fomentar l'esperit crític. No estic parlant de grans iniciatives, en què transgressions com aquestes serien rebutjades per honestedat, però sí de situacions que creen una incomoditat notable com ara petites conferències, revistes, sessions divulgatives i també algun projecte de desenvolupament en què el pragmatisme porta molts a renunciar a activitats obertes com el contrast d'opinions o la recerca de punts de coincidència entre grups diferents.

Les postures que són fruit d'un pacte estable són ben conegudes i alguna està molt consolidada. Estic parlant del pacte «ecologista, antibèl·lic i antinuclear» que tan sovint es presenta sense matisos com un receptacle on caben tots els qui vulguin lluitar a favor de qualsevol de les causes suggerides. La unió fa la força i aquest sembla el primer punt fort del pacte. Paradoxalment pot esdevenir també arrel de febleses com la que suggereix l'esperit d'aquest llibre. És important no subestimar els continguts dels que personifiquen la postura i valorar amb detenció els arguments que afloren i també les connexions que expliquen el fet. És important valorar i apreciar un gran nombre de denúncies realitzades pel pacte del què parlem. Aquestes van des de les relatives a transgressions ambientals fins a assenyalar com grans grups financers són propietaris del «negoci de la guerra». Parlo de denúncies que, de ben segur, canalitzen adequadament actituds de rebuig molt àmplies a la nostra societat. Tan important com aquesta valoració, és segons penso, separar els problemes per tractar-los tan correctament com sigui possible. Conec molta gent, potser avui una mica silenciosa, que comparteix amb mi el rebuig a tot tipus de guerra, el convenciment que hem de caminar amb fermesa cap un demà ecològic i 100% renovable i la consciència del rol de les centrals nuclears en la transició energètica. Comparteixo el rebuig al «negoci de la guerra» i penso que pot i ha de ser contundent. No accepto en cap cas que es vulgui aprofitar la seva empenta en l'intent de capitalitzar-la en

contra les nuclears o el «negoci de les nuclears». Sempre he considerat les centrals nuclears com una infraestructura de servei públic que avui té un propietari perquè una llei al seu dia ho va demanar. Això està molt lluny de paral·lelismes amb la guerra! Aglutinar aquesta diversitat de temes en un únic receptacle sovint dificulta la capacitat d'avançar. Hem de ser justos, però, amb els representants de la postura que estic comentant. Realment coincideixo amb ells en molts continguts de l'àmbit anti-bèl·lic, ambiental i de defensa de la biodiversitat i considero oportú aïllar en els seus discursos els pensaments que val la pena considerar. A cops, això és difícil de fer per adhesions una mica sorolloses que afegeixen desconcert.

Hi ha postures que neixen a partir d'un pacte conjuntural. Normalment, es tracta d'un pacte parlamentari, però també pot tenir lloc en altres entorns. Partits que no són antinuclears en el seu contingut programàtic, s'hi tornen en el procés d'estira-i-arronsa previ a un pacte. Tots coneixem les dificultats dels pactes parlamentaris. Allà on no arriba la confluència d'accions de programa, a vegades hi arriben unes manifestacions antinuclears com una declaració de tancar-les abans de tal data. Fer-se antinuclears conjunturalment obre les portes a pactes diversos.

Una altra postura antinuclear estratègica és la que es dona entre els qui tenen interessos en altres fonts d'energia. Hi ha qui es fa antinuclear interpretant que les nuclears són la competència. Les postures antinuclears d'aquest grup es donen en organitzacions interessades en la producció fòssil i també en la renovable. Convé comentar el fet perquè responen a raons molt diverses. Preguntem-nos primer que res: qui competeix contra qui avui i en el futur pròxim? En l'estructura de producció elèctrica que estem utilitzant, cada tipus de central té la seva funció, les seves particularitats i, per tant, el seu espai de desenvolupament. Les centrals productores fòssils i les nuclears sovint estan en competència, però cap competeix amb les renovables. En aquesta estructura existent, quan una nuclear s'atura, ràpidament es posen en marxa diverses centrals tèrmiques per cobrir la demanda. Ja n'hem parlat abans arran de comentar particularitats de la gestió de la xarxa o d'altres característiques dels convertidors energètics. Hi ha postures antinuclears lligades al món de la producció fòssil per bé que afloren en punts molt concrets de la geografia. Hi ha països i regions que es fan antinuclears per protegir el seu carbó, el seu petroli o el seu gas. Tancant les nuclears del país s'afavoreix el desenvolupament fòssil. Crec que no és un fet freqüent, ja que són molts els països conscients de la necessitat d'aturar les combustions, però el fet existeix. Paradoxalment, m'he trobat amb relativa freqüència amb postures antinuclears en organitzacions amb interessos en el desenvolupament de les energies renovables. Ja hem dit, però, que d'una banda no competeixen en el present i, de l'altra, un ús coordinat de les dues opcions pot ser enormement avantatjós durant la transició.

4.2.4. Altres postures antinuclears

Hi ha qui vol lluitar contra l'arbitrarietat, contra un cert neoimperialisme o fins i tot contra el centralisme. A mi tampoc m'agrada cap d'aquestes postures o moviments! L'arbitrarietat ens allunya de la raó, de la lògica i de la justícia! El neoimperialisme suggereix explotació del fort cap el que no ho és tant! El centralisme suggereix concentració de poder i novament risc d'arbitrarietat. Curiosament, he vist postures de rebuig a les centrals nuclears argumentades amb raons com aquestes. A primer cop d'ull sembla quelcom sense sentit. Si voleu lluitar contra el que dieu, feu-ho! Feu-ho de forma directa organitzant els vostres arguments contra l'arbitrarietat, o contra el que sigui! Relativament sovint ens trobem qui posa en un mateix sac tot allò que vol criticar i s'abraona contra tot. També he observat postures realment enrevessades com la dels antinuclears per cortesia amb l'amfitrió de la reunió, la dels que es meravellen que parlem del tema convençuts que les decisions en aquest àmbit ja han estat preses i el tancament de les centrals pactat, o fins i tot la dels que són simplement contraris a les empreses propietàries de les nuclears!

4.2.5. Balanç i reflexions

Quan debatem «nuclears sí, nuclears no» ho fem immersos, com a col·lectiu ciutadà, en un entorn complex que pot estar participant de sentiments i pors, de pactes de posicionament polític i fins i tot d'algunes confusions que poden arribar a ser importants. El meu diàleg amb persones defensores de postures antinuclears diverses em porta a un intent de síntesi i reflexió. He parlat amb ells en ambients diversos: algun debat públic, tertúlies sobre energia i converses en grup reduït. Abans que res, val la pena dir que els sol sobtar el meu punt de partida. Alguna vegada m'he presentat emfatitzant d'entrada la meua postura d'una manera com: «Penso que la nostra fita és un demà sostenible i 100% renovable i que a Espanya hi arribarem d'aquí uns 30 anys aproximadament i a tot el Sud Global espero que poc després!» Seguidament expresso la meua convicció que «necessitem irremissiblement centrals nuclears durant aquests 30 anys, i probablement només durant 30 anys a Espanya per fer possible l'assoliment de la fita anhelada, que no és altra que evitar el col·lapse del planeta!». Segons la reacció dels meus contertulians, puc dir alguna cosa més o passar a escoltar els seus continguts. Els discursos dels representants d'aquests grups tenen formes diverses, però quan les condicions d'entorn ho permeten, afortunadament mostren afirmacions inequívocament socioconscients i de progrés. Sovint mostren una clara determinació de lluitar contra el canvi climàtic i ho fan amb un esquema de respecte al medi ambient i a les generacions futures. En aquests punts, solem estar molt d'acord i això és extremament important. Poques vegades, però, han entrat en el coneixement que els permetria dir alguna cosa sobre descarbonitzar amb celeritat o alguna afirmació sobre seguretat nuclear o sobre gestió del combustible nuclear usat.

Continuant amb l'observació d'aquests grups, m'ha semblat veure com si haguessin, viscut un entusiasme col·lectiu favorable que, en algun moment, produïa entre altres coses la seva cohesió. El que potser es prestava en aquell moment era tenir el cap fred i, d'una banda, investigar el perquè sociològic d'aquell entusiasme; i de l'altra, informar-se més a fons de la utilitat social de les centrals nuclears, és a dir, progressar en el coneixement del tema. No dubto que algú ho fes, però l'entusiasme i la cohesió són, per al grup, atributs molt llaminers que han contribuït enormement a la consolidació de molts antinuclears. L'antinuclear que es va trobar amb una eufòria col·lectiva a favor li va costar molt autocríticar la seva pròpia actitud. A més a més la postura era potenciada per aquell sentiment de por experimentat en ocasions per alguna part del col·lectiu i sobretot no aclarit per qui podia fer-ho amb solvència. Recordem que la por col·lectiva és un tema delicat amb què hauríem de tenir socialment una cautela exquisida! El resultat de tot és que hi ha un gran grup que està dins l'òrbita socioconscient amb un posicionament ideològic i participa de postures antinuclears com les citades. Quan tens davant una persona a qui l'eufòria antinuclear del moment li dona escalf i vots, a vegades decideix, simplement, no escoltar-te i renunciar a la millora del seu coneixement del problema. Aquest grup ha crescut per raons diverses: a cops per unificació d'altres formacions més reduïdes, a cops al voltant d'una reivindicació local concreta o per altres motius. Tard o d'hora afloren, en el col·lectiu en qüestió, afirmacions i actituds molt més tàctiques i per tant molt menys essencials. És interessant escoltar i observar aquells fets que algun cop permeten entendre una mica més la dinàmica social inherent a la formació dels grups. N'hi ha de molts tipus i els hem vist en els paràgrafs anteriors. Hi ha declaracions, programes, pactes i alguna confusió bàsica.

Els resultats per als interessos dels grups en qüestió són aparentment positius, ja que donen lloc a una cohesió gran. Veurem que només aparentment, atès que l'esmentada cohesió no es basa en el coneixement sinó en la renúncia a interactuar més obertament amb el científic per tal d'arribar a un millor domini del tema! Alineats en grups antinuclears hi trobem en efecte partits diversos, de dretes i d'esquerrres, i modificar el seu ideari pot esdevenir complicat. El meu diàleg amb representants d'aquests grups m'ha portat gairebé sempre al sentiment que no són individualment antinuclears però en grup no gosen canviar els continguts consolidats. A còpia de parlar amb ells, els he trobat més tàctics que intrínsecament convençuts de l'aspecte en qüestió. Així crec han esdevingut antinuclears per pressió ambiental o a cops per inèrcia. Al meu entendre, el grup antinuclear finalment és molt nombros! És un col·lectiu que constata que ser antinuclear dona cohesió i així, malgrat viure una certa controvèrsia interna, no vol renunciar al fet. L'antinuclearisme s'ha instal·lat en el seu contingut ideològic!

Aquestes reflexions em porten a pensar en el conegut «efecte de l'enemic comú» (o *common enemy effect*) que aflora de tant en tant. És un concepte reitera-

tiu i diàfan en textos d'història o de psicologia social, però també el periodisme l'utilitza amb freqüència en ocasió de presentar-nos alguns pactes entre grups. L'exemple que més sovint veiem a la premsa, utilitzant la denominació en qüestió, és la del pacte entre grups molt diferents que volen sobretot evitar que un determinat cap de llista esdevingui, per exemple, alcalde de la vila. En situacions com aquesta, grups molt diferents ignoren continguts en joc a canvi de pronunciar-se sobretot com a contraris al candidat que veten. Un fet semblant es dona en el camp de l'energia, en què a vegades se li proposa al ciutadà que ignori una sèrie de continguts rellevants sobre socioconsciència i clima i es limiti a vetar les nuclears. Igual que hem vist maneres molt diverses de ser antinuclear, també hem vist que es pot ser pronuclear de diferents formes. La que explica aquest llibre és, a més de moderadament pronuclear, climàticament ambiciosa, ecologista, sostenible i anticonsumista. Hi ha pronuclears en tots i cadascun del grups ideològics citats anteriorment, i també en els que hem anomenat negacionistes de la sobrietat. Que poc honest seria confondre! Seria promoure una visió particular absolutament esbiaixada! Aquest és un fet que malauradament té lloc de forma notòria i addicionalment ve estimulat per la negativa de donar al ciutadà una formació en matèria energètica àmplia i oberta.

En aquestes condicions podria passar que un partit es fes antinuclear, acceptés les nuclears com a enemic comú, en demanés el tancament i aconseguís en l'estira-i-arronsa que altres partits toleressin la seva decisió de govern de mantenir en funcionament determinades centrals de carbó productores de CO₂ i fums. Des de fora i amb perspectiva mediambiental ens sembla aberrant però l'enemic comú uneix molt! La història està plena d'exemples en què s'ha utilitzat l'enemic comú per produir cohesió. Historiadors i psicosociòlegs arriben a descriure situacions en què inventar un enemic comú ha esdevingut una tàctica definitiva per fer unió allà on era difícil aconseguir-la per altres mitjans.

Cap de les postures antinuclears exposades en aquesta secció sembla inqüestionable i malgrat tot el sentiment ciutadà més estès és antinuclear! En efecte, les postures que al·leguen inseguretat no tenen l'aval majoritari de la comunitat científica d'especialistes en seguretat nuclear i les que es basen en pactes i pragmatismes tenen un fonament limitat. Malgrat tot, l'opinió pública, naturalment donada per raons òbvies i honestes en principi a visions simplificades dels problemes complexos, sembla tenir la tendència a considerar les centrals nuclears com un enemic comú! Aquest és un fet, potser desitjat per alguns, que jo considero, a més d'erroni, enormement injust. És potser un fet que lliga amb una dinàmica social de bons i dolents com les que sovint dificulten l'entesa entre persones. En la visió més pessimista, les nuclears han esdevingut no solament l'enemic comú que uneix una sèrie de grups sinó, també erròniament, l'emblema de postures socioconscients i sostenibilistes.

Revertir la situació és un dels esculls més rellevants del moment. Jo acostumo a manifestar que m'agrada reconèixer la cohesió com un bé moral valuós, però crec que aquesta cohesió s'ha d'aconseguir amb coneixement i no per la via de mantenir visions poc elaborades del saber. Això m'ha portat a oferir, en diverses ocasions, els meus coneixements i la meua experiència docent en tecnologia nuclear per col·laborar en alguna acció d'aquest àmbit. He tingut els dos tipus de resposta. Hi ha hagut grups que han acceptat l'ofertament i han fet possible experiències que sempre han estat positives. És evident que enraonant la gent s'entén! *Enraonar* vol dir parlar, escoltar, retroalimentar i sintetitzar, si és possible! Actituds positives les trobem afortunadament en persones diverses amb ideologies diverses. Pel que fa a les retroalimentacions, han constituït una oportunitat que clarament m'ha permès evidenciar i entendre l'enorme quantitat de punts que compartim el conjunt dels grups socioconscients. També hi ha hagut grups que no han acceptat el meu ofertament!

Així mateix, he debatut amb molts d'aquests grups la necessitat que, en conjunc-tures incertes com la que vivim, sembla important que la socioconsciència, sigui pronuclear o antinuclear, es mantingui unida a l'hora d'endegar temes importants com els relatius a la sostenibilitat i temes urgents com els relatius a la lluita contra el canvi climàtic. Aquesta unitat permetria superar i trencar una idea de bons i dolents que no ajuda gens a avançar. En un futur pròxim, si mai la descarbonització esdevé més difícil encara del que ja és avui, les nuclears hauran de convertir-se en aliats irrenunciabls de la transició energètica, i algú haurà de descarregar-les d'aquest caràcter d'enemic comú de la sostenibilitat que se'ls atribueix erròniament i injustament.

4.3. L'opció vigent

4.3.1. La transició energètica ha començat!

Ha començat i va camí de realitzar-se tot seguint els principis establerts. Oficialment sempre es dirà que això es fa segons està escrit i pactat, i també és veritat. Se seguiran els textos de referència però també allò que en motiven les omissions i les insistències. A partir d'aquí ha començat ja la feina de portar a terme la transició energètica que, malgrat arrencar del mateix punt, serà diferent a cada país. Gairebé tots els països desenvolupats tenen indústria, vehicles que asseguren la mobilitat, xarxa elèctrica i, a cops, un confort que requereix un consum energètic important. Aquesta situació avui dia fa que siguin molts els que han de preveure una reducció important d'emissions. Òbviament hi ha països, entre els menys desenvolupats, que veuen el problema mundial des d'una altra perspectiva i estaran més interessats en tots aquells aspectes de la iniciativa que reforcin el seu progrés. A priori

hi ha, doncs, un gran respecte a la sobirania dels estats i una gran llibertat per tal que cada país fixi el seu camí cap a la transició energètica. Aquesta gran llibertat pot veure's i de fet es veu altament limitada en funció de la situació que d'entrada ens trobem a cada país. Potser algun país manté aquesta llibertat d'acció però no la major part, que necessiten un esforç important de desenvolupament i de canvi per complir els seus objectius. Ja hem dit que l'Acord de París, fruit del Conveni Marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic, és potser el document clau que impulsa l'actual transició energètica. Ja n'hem resumit el contingut i ha estat citat repetides vegades com a punt de partida de l'opció vigent. Ratificat per un nombre gran de països, va sent concretat per directives, lleis i reglaments.

4.3.2. Enquadrament actual de la transició a Europa

L'impuls europeu es concreta establint que el marc d'actuació a la Unió Europea en matèria d'energia i clima és competència del Consell d'Europa que és l'òrgan que el fonamenta, l'aprova i l'actualitza. Diversos textos recullen directrius i pactes, d'entre els quals destaca el paquet normatiu d'energia i clima aprovat amb el títol «Clean Energy for all Europeans». Es tracta d'un paquet de mesures que ha de permetre l'increment de les renovables en els balanços finals d'energia, el desenvolupament de l'eficiència energètica i la intervenció d'un consumidor actiu en els mercats d'energia. La Unió Europea intentarà, d'aquesta manera, no solament adaptar-se a la transició, sinó fer-ho des d'una posició de lideratge.

Pel que fa als objectius concrets per al 2030, Europa es proposa una reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle en un 40% respecte als valors de l'any 1990 i es consolida un mercat de drets d'emissió respectuós amb els compromisos pactats. La penetració de les energies renovables hauria d'assolir una quota mínima del 32% sobre consum final d'energia i l'estalvi en eficiència hauria de ser del 32,5%. També s'han establert detalls sobre les interconnexions elèctriques entre països. Els textos aprovats en organitzacions europees mostren una gran ambició retòrica i intenten engrescar els estats a la participació en aquests principis, a partir de Plans Estatals d'Energia i Clima (National Energy and Climate Plans - NECPs) que han de ser aprovats pels conductes establerts a cada estat i esdevenen vinculants. Parlen d'una nova estratègia de creixement encaminada a transformar la societat de forma equitativa i pròspera amb una economia eficient i competitiva. A Europa es dona per fet que no hi haurà emissions netes de gasos d'efecte hivernacle el 2050 i s'insisteix en un aspecte també molt ambiciós com el de dissociar el creixement econòmic de l'ús de recursos.

Els textos en qüestió no obliden citar les indústries de gran consum energètic, com ara l'acer, la química i el ciment i les qualifiquen d'imprescindibles per a la economia. Esmenten l'economia circular i les polítiques de productes sostenibles,

reutilitzables, duradors i reparables. Fins i tot arriben a parlar de la conveniència d'atenuar el risc del *green washing*. Anomenem *green washing* a les pràctiques enganyoses de presentar com a respectuosos amb l'ambient productes que en realitat no ho són. El Pacte Verd Europeu esmenta la construcció, el transport i les estratègies forestals com a activitats a tenir presents en el progrés de la transició. Reconeix la necessitat de grans inversions per dur a terme el que es diu i culmina amb una crida a la participació i el compromís ciutadà per tal d'aconseguir l'èxit del pacte.

El comentari que crec més oportú pel que fa al Pacte Verd Europeu és relatiu a la seva ambició i operativitat. És realment una bona llista de punts a desenvolupar si volem arribar a un demà ecològic. Aplaudeixo aquesta ambició perquè no defuig temes com els citats anteriorment que, si no es consideren, podrien fer fracassar les iniciatives en joc. Aquests acords europeus deixen moltes decisions als estats amb el que això té d'avantatges i d'inconvenients. Entre els avantatges tenim que arran d'aquests textos els estats se senten motivats a crear una solució vàlida per a cadascun i ho poden fer seguint els seus propis criteris. Dos inconvenients són, però, notoris. L'un el trobem en el fet que hi ha un risc que els estats no administrin de forma òptima la motivació citada i actuïn pensant sobretot en els seus problemes interns i oblidant la solidaritat interestatal. L'altre ve del fet que, malgrat reconèixer que són davant una tasca complexa, el document no proporciona guies ni opcions diverses per ajudar en la planificació del compliment d'objectius.

Un altre document interessant en el context europeu, emès el primer trimestre de l'any 2021, és el que porta per títol: *Technical assessment of nuclear energy with respect to the 'do no significant harm' criteria of Regulation (EU) 2020/852 (Taxonomy Regulation)*. Es tracta d'un informe tècnic preparat pel JRC (Joint Research Center), que, basat en l'estudi realitzat, conclou que no hi ha cap evidència científica que l'energia nuclear faci més mal a la salut humana o al medi ambient que altres tecnologies de producció d'electricitat ja incloses a la taxonomia europea com a activitats de suport a la mitigació del canvi climàtic. Es tracta d'un informe científic, preparat per un centre de recerca de prestigi reconegut. La Taxonomia de la Unió Europea és un sistema de classificació que estableix una llista d'activitats sostenibles pel medi ambient amb la finalitat de facilitar l'aplicació dels pactes d'energia i clima abans citats.

Hem vist doncs, arran dels comentaris generals, l'essència de l'activitat reguladora europea. Europa, tot i donar molta llibertat als estats que la configuren, ha marcat un camí d'incentivació de les renovables i dels recursos distribuïts. Pel que fa a les nuclears, el Consell d'Europa ha tingut un comportament, potser menys explícit, però equivalent. Avui 14 països europeus tenen reactors nuclears en explotació i 8 dels quals n'estan construint algun de nou. Alemanya, Bèlgica i Suïssa aturaran la producció nuclear la dècada del 2020.

4.3.3. Enquadrament actual de la transició a Espanya

Les realitzacions dutes a terme a Espanya fins avui es concreten sobretot en accions d'impuls a la transició. Hi trobem documents que enquadren la situació i algunes iniciatives legislatives i reglamentàries que obren la porta als moviments d'una emprenedoria que tard o d'hora tindrà rellevància en els desenvolupaments esperats. A continuació es distingeixen dos grans blocs d'informació que il·lustren l'enquadrament de la transició a Espanya.

El primer dels blocs es refereix sobretot al document titulat *Análisis y propuestas para la descarbonización* que el govern espanyol anterior va demanar a un grup d'experts en energia. Per bé que no pretenc valorar el contingut de l'informe preparat el 2017, faré servir la definició del seu mandat o objectius del grup i el seu índex de continguts, com a aspectes que donen una idea de les condicions de contorn de fet.

El mandat diu textualment: *En concreto, el Acuerdo establece que la Comisión de Expertos deberá remitir al Gobierno, a través del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, un informe que analice las posibles propuestas de política energética, el impacto medio ambiental, las alternativas existentes y su correspondiente coste económico y la estrategia necesaria para cumplir los objetivos [en materia de energía y clima] de la forma más eficiente, garantizando la competitividad de la economía, el crecimiento económico, la creación de empleo y la sostenibilidad ambiental.*

Considero que és un mandat, si més no raonable, per bé que queda cenyit a tot el que es pugui establir tot «garantint la competitivitat de l'economia, el creixement econòmic, la creació d'ocupació i la sostenibilitat ambiental». Aquestes garanties exigides donen lloc a avantatges i inconvenients. Entre els avantatges hi trobem el fet que el contingut de l'informe esdevé una eina solvent per respondre propostes europees actuals i per començar a treballar demà mateix. Aquests avantatges són suficients? Justifiquen la iniciativa? Potser si ens fixem en els inconvenients aviat ens semblarà que no. El més rellevant d'aquests és el fet que el mandat coacciona l'autocrítica dels experts i retalla totes aquelles recomanacions que connectin amb la limitació de l'activitat o fins i tot preconitzar nous pactes internacionals, o criticar les directrius europees... Malgrat tot, si qualifico el mandat de raonable és perquè estic convençut que aquests continguts s'han d'estudiar primer en aquestes condicions de contorn, deixant la porta oberta, i jo diria que ben oberta, a consideracions d'un context més ampli.

Pel que fa a l'índex, hi podem trobar: «Escenaris (energètics i elèctrics)»; «Preus i fiscalitat dels productes energètics»; «Mercat elèctric, inversions, recursos distribuïts»; «Mobilitat sostenible (electrificació del parc de vehicles, biocombustibles, transport fe-

proviari de mercaderies, transport marítim i aeri)»; «Sectors consumidors i eficiència»; «Rehabilitació energètica d'edificis»; «Sector industrial»; «Escenaris futurs»; «Transició justa i pobresa energètica»; «Reflexions sobre la transició»... Crec que també l'índex és un bon exponent d'allà on se situa el debat institucional i per tant deixa fora, de moment, canvis significatius, ja siguin socials o de solidaritat internacional.

L'estudi analitza diversos escenaris realistes de descarbonització i n'avalua les dificultats per assolir el compliment dels compromisos amb Europa i amb París 2015. El grup d'experts conclou que en tots els casos plantejats en el context espanyol, menys en el cas en què addicionalment es postula la no extensió de la vida útil de les centrals nuclears, l'objectiu de reducció d'emissions és complex. Pel que fa al compliment de l'objectiu de penetració de les energies renovables que, quan el grup treballava, estava establert en un 27% sobre la demanda energètica final el 2030, va semblar ja aleshores complicat d'assolir. L'informe deia que això només es podia aconseguir amb un bon estalvi energètic per la via de la millora de l'aïllament dels habitatges, o augmentant la quota de biocombustibles en el transport, sempre que no es donés cap reducció del preu del gas. Avui l'objectiu ha estat revisat, ha esdevingut més ambiciós i consegüentment hauríem d'interpretar que tindrem encara més dificultats a l'hora de complir-lo.

Hi ha dos punts més a destacar del mateix informe: d'una banda se'ns parla amb insistència de l'impacte de les incerteses existents; de l'altra, els raonaments tenen lloc considerant sempre l'estructura actual del mercat elèctric. Un primer exemple clar d'incertesa és justament el que acabem de comentar. Per assolir l'objectiu de penetració de les renovables diuen els experts que s'ha d'assumir que les incerteses en l'estalvi per l'aïllament dels habitatges, les de l'augment de la quota de bio-combustibles i les de l'eventual reducció del preu del gas, no juguen de forma concatenada en contra del compliment. L'informe està parlant de manera clara d'una incertesa que identifica correctament per tal que el punt no passi desapercebut i es prenguin les accions oportunes.

Pel que fa a les consideracions sobre l'estructura actual del mercat elèctric, és clar que qualsevol comitè d'experts ha d'acordar unes bases per treballar i les escol·lides en aquest cas tenen les seves raons. Per bé que la transició energètica es planteja a 30 anys vista, podem dir que l'informe es fixa el 2030 com a objectiu i solament algunes aportacions fan referència al 2050. En aquest marc temporal, el debat que introdueix sobre fiscalitat energètica o sobre el preu del CO₂ té un sentit i una rellevància en el present. En plans a 30 anys vista, òbviament seria raonable pensar que l'esmentada estructura de mercat pot canviar.

El segon bloc es basa en documents diversos, entre ells: el *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)*, la *Llei de Canvi Climàtic i Transició Energètica* i l'anomenat *Acord Nuclear*.

El *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)* consisteix en un informe sol·licitat per la Unió Europea (UE) als estats membres amb ànim de donar solidesa al seu compromís de complir els requeriments de l'Acord de París 2015 i documents europeus subsegüents. Els PNIEC dels països europeus haurien d'avaluar els objectius més rellevants i aportar més credibilitat de compliment. El PNIEC espanyol corrobora i descriu la contribució espanyola als objectius europeus per al 2030 en els termes següents:

- 23% de reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle respecte al 1990 (UE: 40%).
- 42% d'utilització d'energia renovable sobre energia final (UE: 32%), que representa un 74% d'energia renovable en la generació elèctrica.
- 39,5% de millora de l'eficiència energètica (UE: 32,5%).
- 15% interconnexió dels sistemes elèctrics dels estats membres.

La creació d'un ministeri específic de Transició Energètica per part del govern actual va constituir un pas endavant per fer progressar els desenvolupaments que demanava el pacte de París. Això va permetre al govern començar a convertir en lleis i reglaments les seves grans directrius programàtiques. La Llei de Canvi Climàtic i Transició Energètica és potser la iniciativa més rellevant. Es tracta d'una llei que suposa un bon impuls en l'àmbit de les energies renovables i que fixa els objectius espanyols de reducció d'emissions en un 20% respecte als nivells del 1990. En línia amb el que se sol·licita des d'Europa, la llei consolida un full de ruta que, després de complir amb els objectius de 2030, hauria de culminar en un sistema elèctric 100% renovable i una neutralitat climàtica per a 2050.

A Espanya es preveuen instal·lar 3000 MW de potència a l'any en instal·lacions d'energia elèctrica d'origen renovable. Tot plegat està començant ara el 2020 i s'hi compta treballar durant tota la dècada fins a complir els objectius de 2030.

Pel que fa a la problemàtica dels combustibles fòssils, s'aborden diversos nivells: mineria, vehicles, polítiques de subvencions. Es prohibeixen noves autoritzacions per a prospeccions i explotació de jaciments de petroli o gas dins del territori incloent-hi també el mar. També es frenen els subsidis i les inversions que afavoreixin el consum de combustibles fòssils. Pel que fa als vehicles, a partir de 2040 no es permetrà la matriculació de turismes i vehicles comercials lleugers amb emissions de CO₂ alhora que es fomentarà la instal·lació de punts de càrrega elèctrica per als vehicles substituïdors.

Pel que fa a l'eficiència energètica als edificis, es preveu la renovació dels edificis públics que ho necessitin a més d'una mitjana anual de 100000 habitatges entre 2021 i 2030. Els municipis de més de 50000 habitants hauran de comptar amb zones de baixes emissions abans del 2023 i, pensant en el transport aeri, fomentaran el biometà i altres combustibles sintètics, d'origen renovable.

Finalment, el document anomenat *acord nuclear* completa el contingut d'aquest bloc. Consisteix en un pacte entre el govern i els operadors de les centrals nuclears actualment en funcionament a Espanya. Segons aquest acord, aquestes centrals haurien de finalitzar la seva vida operativa entre el 2022 i el 2035.

El conjunt de lleis i pactes que dona forma a la reestructuració del sector energètic espanyol vol un comentari valoratiu. Quan una transició ha de ser tan profunda com la demanen els textos europeus, és natural esperar dels poders públics accions d'impuls, accions per tal d'evitar pràctiques desencertades i accions de salvaguarda per salvar incerteses.

Les accions d'impuls poden ser legislatives o d'inversió pública a noves infraestructures. Les primeres s'han donat i segueixen el seu curs encaminat a facilitar l'activació de l'emprenedoria adient a la circumstància per mitjà d'incentius fiscals i ajuts econòmics. Entenc que les segones no tenen avui cap desenvolupament massiu i, en qualsevol cas, esperen esdeveniments. La incentivació de l'emprenedoria ha estat iniciada amb reglaments que permeten encetar un camí feixuc que pot tenir els seus entrebancs. El temps ens ho dirà!

El següent tipus d'accions de govern també ha començat a concretar-se. Frenar inversions que afavoreixin el consum de fòssil a nivells diversos o no admetre la matriculació de vehicles amb emissions de CO₂ són accions destinades a evitar pràctiques inadequades. Aquest pas ha estat fet i la seva aplicació haurà de demostrar que s'ha fet de manera encertada. La valoració d'aquest punt vol un temps.

Costa trobar en els pactes i reglaments accions destinades a fer front anticipadament a les incerteses del procés de transició i salvaguardar-ne l'èxit. La insistència en la magnitud de la transformació necessària de la societat no articula esforços conjunts dels ciutadans i sembla més una mena de discurs per engrescar-los a esdevenir promotors, inversors i transformadors de la manera de viure i produir energia. L'engrescament té un vessant important i en general és bo, però pot ser del tot insuficient. Ciutadans engrescats a transformar són indispensables però esdevindran molt més eficaços quan la iniciativa pública esdevé contribució i exemple. Fins i tot accions ja presentades d'impuls al canvi o de bloqueig de males pràctiques estan pendents de la reacció del ciutadà. La transició comporta, doncs, unes incerteses sobretot temporals grans, rarament se'n parla i més rarament es

prenen accions per tal abordar amb marge les fases més compromeses de la transició. Es dona per fet el compliment dels compromisos de 2030 i no es parla gens del marge de seguretat de l'acció. S'ha pactat que les centrals nuclears s'aturin en unes dates definides sense raonar en profunditat l'adequació d'aquestes dates. Tornarem sobre el tema a l'hora d'establir la potència nuclear necessària en el mix espanyol en el futur pròxim.

4.3.4. Enquadrament actual de la transició arreu

Els països del món, en la seva major part, han signat l'Acord de París i per tant estan o haurien d'estar prenent accions encaminades a reduir les emissions. A les properes cimeres hauríem de veure quin nivell d'acceptació tenen les propostes formulades pels estats. Si som optimistes, pensarem que la major part dels països estaran planificant polítiques energètiques conseqüents amb els compromisos adquirits i portant a terme accions descarbonitzadores contundents. De moment, els resultats del COP25 no són gaire encoratjadors.

La situació dels Estats Units és difícil de tractar. Algú podria pensar que amb el canvi de president les coses són ara radicalment diferents. Pel que fa a col·laboració internacional i participació a les cimeres, l'afirmació val. Trump assenyalava el canvi climàtic com una ficció inventada pels seus enemics, Biden utilitza un discurs de cooperació! Quan mirem la realitat concreta del país, hi ha una controvèrsia energètica i climàtica gran que de fet ja hi era a l'època Trump. La revifalla nord-americana del sector del carbó i del petroli havia donat empenta als negacionistes però en contrapartida, era fàcil trobar bastant sovint i durant el mandat citat, amb què alguns anomenaven el *We are still in* ('Encara som dins'). Els arguments i la gesticulació negacionistes són preocupants de per si. El sistema, que segueix tenint importants controvèrsies no resoltes, manté el seu dinamisme i una certa evolució. Per citar un parell d'exemples: els últims temps els Estats Units ha incrementat més que mai les seves instal·lacions d'energies renovables i han allargat la vida útil dels seus reactors nuclears de 40 a 60 anys. Més endavant i en diverses ocasions, tornarem sobre el més rellevant de la situació.

L'Aràbia Saudita i l'Iraq són dos grans exportadors de petroli i gas. Per bé que tots dos han mostrat interès en una certa diversificació dels subministraments energètics pensant en producció renovable i nuclear, el seu present depèn altament en aquests combustibles. Potser conseqüentment, no han signat l'Acord de París.

Entre els signants de l'acord de París hi tenim l'Índia i la Xina. La seva inclusió pot considerar-se un punt enormement positiu. Són països emergents i superpoblats i encara pendents d'incloure millores bàsiques en el confort més elemental de la vida dels seus ciutadans. 300 milions de persones a l'Índia encara no tenen electri-

ciutat domèstica. Tots dos països tracten el problema energètic amb el compromís d'assolir en el futur les fites d'emissions fixades. Preveuen fer-ho des la diversitat, utilitzant energies renovables i centrals nuclears.

4.3.5. Mèrits i mancances

La solució que proposa l'opció vigent mostra mèrits que són significatius. Intentem no caure en maximalismes, hi ha iniciatives diverses que van en la bona direcció. Una sèrie d'iniciatives d'aquesta transició van encaminades a la descarbonització de la producció energètica i per tant apunten a bon port. La iniciativa de desenvolupar recursos energètics distribuïts és un fet que entusiasma als qui hi treballen i a mi personalment també. Hi ha feina a fer i és difícil predir detalls sobre la seva implantació però tot apunta que després d'un temps, la iniciativa corregirà una part del problema del seguiment de la demanda elèctrica. L'aposta per les energies renovables és ferma i insta els governs europeus a entrar-hi amb decisió.

La solució vigent també mostra mancances. Cinc d'aquestes mancances poden ser considerades limitacions essencials que pràcticament defineixen els fonaments de les reflexions de futur. També hi ha altres mancances menors que haurien de ser considerades, però no formen part explícitament d'aquest text per raons de centrar-nos en el que és essencial.

La primera, i tal vegada la més rellevant, de les mancances de la solució vigent, és important i passa gairebé desapercebuda. Es tracta del fet que la major part de les opcions considerades elaboren les seves estratègies sense reconèixer prou explícitament el fet desestabilitzador de la societat competitiva. Estem en una societat que no considera admissible posar traves o dificultats a la iniciativa emprenedora. A la mentalitat global d'aquesta societat sembla que gastar energia sigui un dret. Segons com ho analitzem i segons quins entorns socials considerem, sembla un dret d'alt rang que no admet discussió. L'opció vigent no tracta aquest fet amb prou empenta. Bé és veritat que estic parlant d'un fet desestabilitzador, per tant, de quelcom que no invalida moltes de les accions que s'estan prenent. Molt sovint aquesta mancança desajusta i sorprèn i s'ha de resoldre perquè altrament la transició energètica podria quedar indefinidament demorada.

Un altre punt igualment important és el no tractar les incerteses prou explícitament. L'èxit dels canvis que es proposen per reduir emissions depèn de diferents paràmetres. Alguns de fàcilment analitzables i quantificables. Entre aquests, per exemple, hi hauria la potència dels convertidors a substituir. D'altres fets i paràmetres són enormement incerts i difícilment predictibles. Entre aquests altres hi trobem els que tenen relació amb algun canvi de costums de l'usuari. Arran d'una substitució concreta, l'usuari pot tenir un comportament diferent i donar lloc a un altre escenari

d'ús. A la transició en curs hi ha un tema extremament rellevant que entra de ple en aquest esquema. Es tracta de la penetració de les energies renovables. Es dona per fet que l'usuari es conscienciarà de la seva necessitat, i això el portarà a invertir, instal·lar i fer operativa la penetració compromesa per al 2030 i el seu increment fins al 100% el 2050! Hi ha documents específics que reconeixen l'existència d'aquesta incertesa però ni l'avaluen ni prenen accions per cobrir-la amb marges, redundàncies i diversitats. De manera semblant al que hem vist amb la penetració de les energies renovables, altres àrees com la implementació de recursos distribuïts o el tractament de l'eficiència energètica apareixen com a temes necessitats de les mateixes consideracions.

Un tercer punt essencial és la poca consciència global del que tenen d'urgent les accions dedicades a frenar el canvi climàtic i aturar el col·lapse del planeta. Els científics especialistes en el tema ens diuen que ja anem malament i alhora afloren símptomes clars d'una consciència molt limitada del fet. Ben aviat parlarem de països que aturen les centrals nuclears abans que les fòssils.

Hi ha una quarta mancança molt lligada a l'anterior. Els combustibles fòssils avui belluguen el món! Qualsevol reducció del seu ús és complexa. De fet, es parla de reducció, se sap que la seva utilització és enormement rellevant dins l'economia mundial, però ningú diu prou explícitament que malgrat aquesta rellevància l'era del combustible fòssil s'ha acabat o s'ha d'acabar! Se sap també de l'existència de situacions que ho posen tot més difícil, com ara la realitat industrial dels Estats Units, o les posicions de l'Àrab Saudita o de l'Iraq, i no s'estan fent passos d'aproximació prou seriosos per trobar alternatives. Ningú insinua que s'haurà de negociar amb els productors de carbó, de petroli i de gas i que de la descarbonització exposada s'haurà de passar, tard o d'hora, a una reducció dràstica de la utilització de combustibles fòssils.

La cinquena mancança és relativa al Sud Global. Per bé que reconec que la proposta vigent té encerts en aquest àmbit, deixa la porta oberta perquè cadascun dels països es preocupi de si mateix i deixi com a no tan prioritàries les accions encaminades a l'emancipació del Sud Global malgrat la seva implicació en el problema energètic.

4.3.6. Línies vermelles

Descrites les mancances que considero essencials, és l'hora de comentar de quina manera afloren i també de recordar que qualsevol de les cinc enumerades pot constituir un revés important per a la transició energètica. Recordem-les: efecte desestabilitzador de la societat competitiva, tractament de les incerteses, urgència climàtica, posició del fòssil a l'economia mundial i emancipació del Sud Global.

Considero el concepte de *línia vermella* com una idea enormement comunicativa a l'hora de caracteritzar el pensament que ens ocupa. Es tracta d'un concepte molt utilitzat en política que ajuda a delimitar d'una forma simple quins continguts no seran acceptats en cap cas. Com es pot veure, el concepte té l'avantatge d'ocupar-se, al mateix temps, de continguts i de la seva expressió en l'àmbit de la comunicació de masses. D'aquí ve potser l'èxit de la seva utilització. Per contra, té l'inconvenient de no acceptar gaires matisos. Avui en l'entorn de debat energètic i del col·lectiu del que parlem, dues línies vermelles solen aflorar amb gran insistència. Aquestes són: «Primer el meu país» (més estesa com a *My country first*) i el «Nuclear no».

El *My country first* ha sonat molt darrerament. Per bé que ha sonat sobretot com a *America first* en boca de l'anterior president dels Estats Units, tots sabem que són molts els governants i els països que fan seva l'afirmació i probablement des de fa temps. No és el món de l'energia el primer que posa aquest tema damunt la taula. Ja a la reunió del G20 de l'any 2017 el *My country first* va aparèixer en el debat i va ser identificat com una amenaça al compliment d'objectius globals en general. Estem parlant d'un eslògan que té un impacte tant a l'efecte desestabilitzador de la societat competitiva com a la posició del fòssil a l'economia mundial o a l'emancipació del Sud Global. Si el teu país passa davant de tot, toleraràs que els teus vinguin els seus productes arreu encara que reforcin un consumisme que saps que és transgressor. De manera semblant, planificaràs una transició energètica pensant en els teus, en els teus recursos i oblidant les accions solidàries encaminades a reconduir l'ús mundial del combustible fòssil o el desenvolupament del Sud Global.

El *My country first* posa dificultats notables a la reducció real de les combustions fòssils, a la governança dels pactes internacionals i a la consolidació de la solidaritat general. El compliment del contingut dels pactes internacionals es basa en la bona disposició dels signants i en moltes ocasions afloren les dificultats de no ser seguits i criticats amb prou detall, pel fet que els interessos finals o conjunturals del país passen al davant. A més de les aplicacions flagrants de la consigna *My country first*, que no cal recordar explícitament perquè les veiem a diari, hi ha altres situacions menys sorolloses que responen igualment al mateix vici. Parlem de les que tenen relació amb la transició energètica vigent.

Així doncs, són molts els països que no redueixen el consum de carbó amb l'excusa que es tracta del seu carbó o del carbó nacional. Aquesta decisió és del tot antiecològica i retarda la descarbonització. Algun d'aquests països mostren consums enormes i projeccions de futur de seguir augmentant-los. Malauradament hi ha països molt variats que han pres aquesta decisió. Alguns són benestants com els Estats Units o Alemanya, que tindrien altres opcions; d'altres són emergents com la Xina o l'Índia, i d'altres no mostren cap alternativa, com molts asiàtics. Malgrat

tot, molts han subscrit l'Acord de París 2015 i això genera seriosos dubtes sobre el valor real d'haver-lo signat. Els dirigents xinesos atenuen la seva postura quan especifiquen que si bé seguiran augmentant el consum de carbó, serà només fins al 2030, any en què iniciaran una reducció.

El *My country first* es manifesta també quan trobem països que es limiten a legislar per a si i s'obliden de la solidaritat amb els altres i de treballar en tasques comunes i cimeres amb dedicació i crítica. Per bé que l'Acord de París 2015 dona molta llibertat d'acció, els seus preàmbuls estan farcits de declaracions d'unitat que paradoxalment no es concreten a encoratjar la cooperació en l'àmbit. Massa sovint trobem postures poc motivadores en què realment no sembla que la voluntat general sigui la de reducció d'emissions. Espanya i altres països poden estar en aquest cas! Poden aparèixer com a actors que pensen en ells i només en ells! Països que assisteixen a les cimeres però no hi «participen»! Hi ha evidències que el problema és planetari i a penes afloren propostes ambicioses que ho tinguin present.

D'altres països toleren la fabricació lluny del seu territori de productes essencials del seu consum o de components a integrar en processos més complexos. Aquest problema no és essencialment energètic, tota vegada que entronca sobretot amb la gestió de la resiliència local i de ben segur amb interessos comercials. Crec que val la pena citar-lo també com a manifestació del *My country first*, ja que no deixa de ser un reduir emissions locals tot mantenint consum del producte.

El «Nuclear no» és molt antic també i ja hem presentat les raons que, al meu entendre, n'expliquen el nivell de consolidació. Anteriorment també, he exposat les meves experiències de diàleg amb diferents tipus de representants dels grups en qüestió. La meva constatació del caràcter inequívocament prosostenible i ecològic dels grups amb qui he dialogat em fa pensar, potser pecant d'optimista, que un dia poden superar la línia vermella i enrolar-se en propostes més semblants a la meua. Considero la meua proposta: prosostenible, ecològica i amb utilització limitada de l'energia nuclear. Avui el «Nuclear no» dificulta accions encaminades a fer front a la urgència climàtica, al tractament de les incerteses i a la posició del fòssil a l'economia mundial.

El «Nuclear no» no permet separar descarbonització de sostenibilitat. La utilitat d'aquesta separació ja ha estat comentada. Considerem important que a la llarga la humanitat disposi d'una producció energètica 100% renovable, i a la curta hem de descarbonitzar la nostra producció de forma urgent per tal d'evitar el col·lapse del planeta. També hem vist que les tasques urgents han de ser tractades de forma dedicada i específica. El «Nuclear no» és, doncs, una traba a l'assoliment d'una descarbonització a temps. També afecta altres d'àmbits tan diferents com la geopolítica del fòssil o la creació d'infraestructura renovable. En efecte, recordem

que l'èxit de l'aturada de les combustions fòssils i de la corresponent negociació amb els seus productors necessita que els països prodescarbonització puguin oferir als països en dubte un kW instal·lat descarbonitzat en condicions competitives amb el de l'oferta dels fòssil-dependents. Aquestes condicions es poden assolir amb més prestesa oferint un mix renovable i nuclear. Recordem també que la implantació ferma d'una producció energètica renovable ha de ser el resultat d'un mutu procés d'adaptació entre infraestructura i societat del futur. Volem un tot-renovable a mesura de com es vagi configurant la societat i les seves infraestructures en el futur i aquest fet vol temps, retroalimentació i ajuda descarbonitzada a la curta.

Opino que el govern d'Espanya participa del «Nuclear no». La meva afirmació és rotunda però respectuosa. M'explicaré. La raó més elemental del meu respecte és el fet que estic opinant assossegadament d'un govern democràtic en un país democràtic. Hi ha dues raons més que reforcen el meu respecte: en primer lloc, comparteixo amb el govern una sèrie de principis sobre la transició energètica i ja he elogiat la creació d'un ministeri específic. En segon lloc, no dubto de la seva qualitat socioconscient. He donat proves d'aquestes raons tant a l'hora de comentar els mèrits de l'opció vigent com en ocasió d'analitzar i citar els grups que considero inequívocament socioconscients. Passem a comentar breument l'afirmació sobre la participació al «Nuclear no». Per bé que diverses manifestacions del govern la corroborin, n'hi ha una que ens interessa especialment en el capítol que estem desenvolupant. Parlo del tancament recentment pactat de les centrals nuclears. Perquè un tancament de les centrals nuclears pugui considerar-se assenyat s'hauria de fer-se tot demostrant de forma rotunda que les funcions que aquestes centrals realitzen avui estaran cobertes en el moment de produir-se l'aturada. El govern ni ha presentat evidències del fet ni tampoc ha mostrat quins científics ha consultat per tal d'avaluar la decisió. Quan la crisi del coronavirus, el mateix govern va tenir clar que li convenia l'aval de la comunitat científica i va obrar en conseqüència no solament consultant els tècnics, sinó facilitant el diàleg entre experts diversos i gestors. En el cas que ens ocupa, s'evidencia una credibilitat qüestionable. El govern s'ha limitat a parlar i a arribar a acords amb els propietaris de les centrals. És obvi que havien de parlar i que els propietaris de les centrals hi tenen molt a dir, però la producció d'energia és un servei públic i donar-li garanties de futur al ciutadà és una tasca del govern sigui quin sigui el règim del mercat energètic. De fet, el sector elèctric ha demostrat la seva viabilitat en règims diversos. Una decisió com aquesta, referida a actes a culminar d'aquí 10 anys que poden crear problemes d'aquí una o dues dècades, s'ha de prendre amb consens i en el moment adequat. No tinc notícia que el govern l'hagi consensuada amb l'oposició ni amb altres partits. No soc l'únic que opina que la decisió s'ha pres anticipadament. El dia que la descarbonització sigui un fet, vegem el final del túnel i tinguem evidències que hem evitat el col·lapse del planeta, aleshores serà el moment de prendre aquesta decisió. Quan hàgim eliminat l'ús del carbó i tinguem el petroli i el gas en vies d'aturada, aleshores serà el moment de

pensar i planificar la reducció de la producció nuclear. Si el govern ho ha fet ara, deu ser perquè té el «Nuclear no» com a una línia vermella.

Amb dos llenguatges diferents he presentat un mateix problema. Parlar de mancances de la solució vigent és més tècnic o més professional, i parlar de línies vermelles és més comunicatiu. Un sistema fa l'explicació més feixuga i l'altra un xic imprecisa. D'una manera o de l'altra hem de copsar què li manca a la solució vigent per aconseguir les garanties d'èxit que mereix.

Consolidació de la proposta

En aquestes condicions podem desenvolupar el que anomeno *consolidació de la proposta*. Consolidar és, en aquest cas, completar i matisar la proposta, però també impulsar-la i identificar-ne les àrees necessitates de divulgació, debat o futur desenvolupament. Aquest capítol està organitzat en tres seccions que desenvolupen consolidació en els àmbits tecnològic, social i de gestió i una secció final que inclou un resum recapitulatiu.

5.1. Consolidació de l'àmbit tecnològic

La conveniència d'un mix elèctric descarbonitzat i robust es recolza en raons molt diverses que responen a criteris funcionals i estratègics. Els criteris funcionals són bàsicament criteris de xarxa elèctrica que han de garantir sobretot la capacitat de regulació. Pel que fa als criteris estratègics, convindrà garantir la fortalesa de la tecnologia, aportar la diversitat necessària per consolidar la transició i ajudar i facilitar l'assessorament en l'entorn internacional.

Una de les tasques analítiques a realitzar és determinar la potència necessària del parc de centrals nuclears de cada país, partint del present i durant el temps que sigui necessària. Si les centrals nuclears han de contribuir al compliment d'unes determinades funcions, un acord entre experts coneixedors d'aquestes funcions ens ha de permetre determinar la potència. Necessitarem també que la síntesi dels continguts dels experts sigui portada a terme per un gestor tècnic amb prou coneixements per a aquest propòsit. És molt important la tria de quins experts poden fer una aportació significativa en aquesta decisió. D'una banda s'ha d'apreciar la solvència en el seu camp específic d'expertesa, però d'altra banda també s'ha de valorar la seva flexibilitat mental i la seva capacitat per seguir assenyadament les aportacions dels altres camps d'especialitat. L'estimació de les dimensions del parc nuclear és una tasca necessària i multidisciplinària. Aquí no valen jugades de pòquer! S'hauria d'aconseguir una avaluació científicament incontestable! S'hauria de dur a terme un debat científic consensuador. Un debat d'aquells que emfatitzen l'intent d'avançar i de resoldre controvèrsies. Un debat poc vistós, i de ben segur

gens televisiu. Intentem aclarir una mica cadascun dels punts anteriors. Fem-ho amb criteris de gestió tècnica i tenint molt present l'objectiu fonamental que tenim entre mans: aturar les combustions fòssils abans de 2050 amb una garantia d'èxit raonable. Qualsevol planificació de principi hauria de partir de la realitat actual i probablement tenir presents unes hipòtesis creïbles de com evolucionaran les condicions de contorn els propers 30 anys. Estem parlant de condicions del problema funcional o de xarxa i del problema estratègic. El mix energètic necessita, doncs, una reestructuració basada simultàniament en criteris funcionals i estratègics. Els apartats que segueixen en descriuen la configuració.

5.1.1. Configuració del mix energètic amb criteris funcionals

Si volem una transició suau i humanament vàlida, el primer dia d'aquesta transició, necessitem en l'àmbit de xarxa elèctrica, com a poc, la mateixa potència. El primer dia d'aquesta transició necessitem les nostres carreteres, vies de tren i ports, la mateixa capacitat de mobilitat. A continuació, la transició demana solucions per a temes diversos. Entre aquests:

- La recàrrega de les bateries de la flota dels nous vehicles elèctrics.
- La conversió en elèctrics d'alguns consums tèrmics.
- L'aturada de les centrals que cremen combustible fòssil.
- La reforma gradual de la xarxa elèctrica.

Per descomptat la realització dels canvis que permetin resoldre aquests temes serà esglaonada i pot durar anys. No podem oblidar però, ni la magnitud del fet ni les prestacions d'estabilitat i seguretat de funcionament que ha de tenir la xarxa elèctrica i la resta del sistema energètic des del primer dia. Si volem una transició suau i amb garanties d'èxit haurem de consolidar un mix energètic robust, divers i vigorós que asseguri, equilibri i cobreixi incerteses. Quan més robust sigui a l'inici de la transició, més facilitats donarà a l'establiment d'un demà renovable. La robustesa, citada ja anteriorment, es mostra indispensable com a garantia d'èxit.

Comentem primer el canvi relatiu a les bateries de la flota de vehicles. Avui a Espanya hi ha 25 milions de vehicles privats, cadascun fa una mitjana de 12000 km/any i la substitució de la flota completa necessitaria, segons hem vist abans, una energia elèctrica anual de 82000 GWh. Pensem, en primera aproximació, que la substitució es fa de forma lineal. És clar que podríem fer hipòtesis més sofisticades i tenir presents fets com ara que conforme avanci el procés, els preus baixaran i la substitució s'accelerarà, o que l'usuari, conscient del problema, reduirà el nombre de kilòmetres anuals. En aquesta primera aproximació hauríem de substituir cada d'any $1/30$ part d'aquests vehicles, és a dir, $25000000 / 30 = 830000$ vehicles, i preveure la càrrega de les seves bateries en els balanços d'energia. Aquesta

càrrega seria de $82000 \text{ GWh} / 30 = 2730 \text{ GWh}$. Recordem que aquesta substitució no té perquè fer-se amb producció elèctrica regulable i per tant convindria simplement assegurar que utilitzem energies renovables per a aquest propòsit. A més de vehicles privats hi ha altres tipus de vehicles. La producció de l'energia necessària per a tots hauria de ser contemplada als balanços i entrar de ple a les previsions de futur immediat.

Comentem a continuació, i encara que sigui qualitativament, el canvi generat per a la conversió en elèctrics d'alguns consums tèrmics. Aquest és un fet que pot donar-se en l'àmbit domèstic o industrial. En el primer, hi ha dues consideracions a fer. D'una banda el tot-elèctric domèstic és fàcilment realitzable, és net i en general la bomba de calor està guanyant la partida a la caldera de biomassa, per bé que aquesta última podria ser promocionada si localment es considera interessant. D'altra banda, però, si el ciutadà segueix la seva pauta habitual front als canvis, i la seva caldera fòssil segueix funcionant correctament, només la canviarà si s'encareix el combustible o li'n prohibeixen l'ús. En l'àmbit industrial les coses són una mica diferents. Ja hem dit al seu moment que per bé que totes les opcions estan obertes, transformar en elèctrics els usos tèrmics industrials tindria un impacte en el consum elèctric resultant i, si es fa de forma massiva, s'hauria de tenir en compte. Sobretot tenir present que aquest és un problema de potència, és a dir, que és el procés industrial el qui marca l'instant i la intensitat en què el consum és necessari. Recapitem i completem els comentaris als canvis fruit de la conversió elèctrica de consums tèrmics. La seva incertesa inherent pot ser limitada amb alguna planificació, però en general només pot ser clarament coberta si es disposa d'un escreix en producció elèctrica que permeti fer-hi front. El canvi demana, doncs, robustesa en la producció elèctrica durant la transició.

Els comentaris següents són relatius a l'aturada de la producció fòssil elèctrica. Aquesta a Espanya és considerable, recordem-ho, el 2020 va ser de 80193 GWh. D'aquí 30 anys aquesta producció ha de ser aturada i substituïda per una altra de descarbonitzada. Aquesta aturada i substitució ha de ser abordada de forma continuada i des del primer moment. Tant per raons d'eficàcia com per raons dels compromisos d'emissions. Tant l'aturada com la substitució volen una reflexió. L'aturada pot semblar relativament simple. Pensem-la també en la hipòtesi lineal. Consistiria a deixar de produir $1/30$ part dels 80193 GWh cada any i això seria prou correcte. També sembla correcte establir un itinerari de tancament de centrals o de limitació de la seva producció que comenci aturant el carbó, segueixi pel petroli i acabi pel gas. Recordem el que hem dit en referència a les taxes de producció de CO_2 de cadascun d'aquests combustibles. Les cogeneracions que utilitzen combustibles fòssils podrien ser considerades al final. A la pràctica, la substitució és una mica més complexa, ja que ens obliga a tenir present quina funció fan a la xarxa elèctrica les centrals que han de ser aturades. El primer any hauríem d'aturar la producció de

$80193 \text{ GWh} / 30 = 2673 \text{ GWh}$ i substituir-los per una quantitat idèntica d'energia a produir en centrals elèctriques amb una capacitat de regulació semblant a la de les centrals aturades. La potència seria, aquest primer any, de $2673 \text{ GWh} / 8760 \text{ hores} = 0.31 \text{ GW}$. Ja ho hem dit, cada dia en unes hores concretes, un important nombre de centrals fòssils són avui crucials en regulacions diverses, com ara l'ajustament de la producció per tal d'equilibrar demanda i producció. La producció substitutòria dedicada a aquesta funció no pot ser intermitent i més endavant completarem el raonament que sosté aquesta afirmació.

La reforma gradual de la xarxa elèctrica genera els comentaris més rellevants relatius a la configuració del mix. Es tracta d'una reforma originada per un fet dominant que és la, ja comentada, implementació de recursos distribuïts, però afectada de manera significativa tant per la reconversió dels consums tèrmics com per l'aturada fòssil. A més a més, es tracta d'una reforma progressiva que en tot moment ha de garantir la seva funcionalitat adequada.

Una xarxa elèctrica, per seguir la demanda, ja ho hem vist, necessita disposar d'una potència productiva regulable que ja hem citat diverses vegades i que, a dia d'avui, és d'una magnitud considerable. Amb aquesta potència regulable, la xarxa elèctrica esdevé versàtil i flexible i per tant aconsegueix acomodar i potenciar fonts d'energia intermitents, com ara les energies eòliques i solars. Tot això pot millorar, amb les expectatives de la producció distribuïda i l'emmagatzemament local. Malgrat tot, hem de recordar un cop més que les transicions volen un temps, que gastem una important quantitat de fòssils per produir electricitat i que per tant la seva substitució serà complexa. Consolidar la robustesa del present conferirà garanties a la transició. Entre aquestes centrals de producció regulable hi tenim les tèrmiques, les nuclears i la major part de les hidroelèctriques, cadascuna amb els seus temps de resposta. Les tèrmiques s'autoexclouen, ja que justament volem aturar la producció fòssil. Les hidràuliques poden fer aquesta funció a la xarxa espanyola, però no sembla fàcil augmentar-ne ni el nombre ni la potència. Queden també a mitjà termini les nuclears per contribuir al manteniment de la versatilitat i la flexibilitat de la xarxa, per donar suport a la proliferació de centrals renovables i indirectament per frenar l'omnipresència de l'energia fòssil.

Què fem si se'ns demana que aturem les centrals tèrmiques que utilitzen combustibles fòssils? Què fem si volem mantenir la flexibilitat de la xarxa i la seva seguretat de funcionament actuals? A la llarga, descentralitzarem la producció i farem coses com les que hem anat citant, però analitzant-ho, i sobretot tenint present la necessitat de marges i redundàncies, sembla que els millors aliats a la curta per a garantir aquesta transició són l'energia hidroelèctrica i la nuclear. Totes dues tenen les seves limitacions. En el cas espanyol i pel que fa a la hidroelèctrica, hem de recordar que som un país de poca aigua. Pel que fa a la possibilitat de construir noves centrals, la iniciativa

sembla complicada per a les dues tecnologies si més no a Espanya. Establir un ús raonable de les instal·lacions nuclears ja en funcionament pot ser la solució per donar vigor i fermesa a un mix elèctric amb una creixent contribució renovable.

Entre les hipòtesis a considerar quan abordem el problema amb criteris de xarxa elèctrica, n'hi ha tres d'especialment rellevants: l'evolució de l'activitat econòmica i per tant del consum energètic, l'esglaonament temporal dels tancaments de les centrals de carbó, petroli i gas, i finalment l'evolució del nivell de descentralització assolit a la xarxa elèctrica. Per a la primera, hi ha prediccions d'organismes diversos; per a la segona, l'esglaonament ve marcat pels compromisos de 2030 i la completa aturada per al 2050, i per a la tercera hi ha una incertesa notable.

Si estem aturant les centrals tèrmiques per raons ecològiques, la pregunta és: quines potències hidroelèctrica i nuclear haurien de contribuir en una base regulable per a la xarxa elèctrica espanyola que des d'avui i durant els anys de la transició, n'assegurés la funcionalitat amb seguretat, estabilitat i cobriment de pics de potència? La pregunta sembla demanar planificacions temporals a 30 anys vista! Avui la resposta és 17 GW hidroelèctrics i 7 GW nuclears, que són els que hi ha instal·lats, però recordem que partim de la realitat actual, ja ho hem dit, i anem cap al 2050! Avui encara comptem amb un nombre important de centrals productores d'electricitat, ja siguin tèrmiques de tipus divers o cremadores de residus que sumen les seves potències regulables i garanteixen, tal com hem vist, un subministrament segur i estable. El raonament que fem parteix del fet que avui la xarxa funciona correctament! Això vol dir que la seva estructura actual permet la realització satisfactòria de totes les funcions necessàries per aconseguir el subministrament, incloent-hi entre altres l'estabilitat i el cobriment de pics de potència. Partim del fet que el mix actual és funcionalment adient. Aviat les tèrmiques començaran a aturar-se esglaonadament i hauran de ser substituïdes per altres centrals amb unes capacitats de regulació equivalents i uns temps de resposta semblants. De veritat se'ns està demanant una planificació a 30 anys vista? Conforme avanci el raonament confio aclarir què se'ns està demanant realment.

Avui, no tenim problema, la xarxa funciona correctament. En un futur llunyà tampoc en tindrem, ja que confiem que amb temps per endavant la descentralització hagi tingut lloc en profunditat, i de resultes, un nombre important d'usuaris estigui desacoblat de la xarxa i tinguin una versatilitat gran. Si la descentralització ha estat completada profundament, la regulació de paràmetres funcionals i el cobriment de pics de potència a la nova xarxa serà viable i realitzable sense cap gran esforç d'enginyeria. Quant temps trigarem a assolir aquesta descentralització anhelada? Hi arribarem de veritat? Els experts en descentralització no solen posar dates, ja ho hem vist abans. Saben que el ritme d'aquesta realització depèn de la creació d'infraestructura renovable i distribuïda, i això depèn de la iniciativa d'un usuari a

qui hem empoderat per gestionar el tema. Algun expert arriba a dir-te: no sé si ens hi estarem 20 o 30 anys, per completar la tasca, el que és important és tenir les capacitats d'avançar correctament en funció de les necessitats.

Intentem establir els grans trets de la gestió d'aquesta llarga transició del funcionament de la xarxa elèctrica. Comencem pensant els 30 anys d'aturada fòssil com a 3 períodes de temps. El primer ja ha començat i s'estén fins la total aturada de les centrals de carbó i les que figuren com a tèrmiques de fuel/gas (vegeu la figura 5). L'aturada gradual però total d'aquests dos grups de centrals constituïria la contribució del sector elèctric a la reducció d'emissions en el període. En la hipòtesi d'aturada lineal aquest és el període 2021-2024. El segon període és el de l'aturada progressiva de les centrals de cicle combinat que, en la hipòtesi que ens hem fixat, ocuparia l'interval 2025-2041. Es tracta d'un període llarg i divers. En aquest període seria l'aturada gradual però total dels cicles combinats la responsable de la contribució elèctrica a la reducció d'emissions. Finalment, el tercer període ocuparia l'interval 2042-2050 i hi tindria lloc l'aturada de les cogeneracions fòssils. Ben aviat veurem que les nostres prediccions seran raonables per al període 2021-2025, incertes però realitzables per a l'inici del següent, però difícils per a la continuació del segon i el tercer períodes.

Reprenquem les xifres mostrades, uns pocs paràgrafs abans en ocasió de presentar l'itinerari proposat de tancament de les centrals fòssils. Hem dit que el primer any hauríem d'aturar la producció de 2673 GWh i substituir-los per una quantitat idèntica d'energia a produir en centrals elèctriques equivalents des del punt de vista de regulació d'una potència total de 0.31 GW. Que fàcils que són les coses el primer any de 30! El primer any, l'activitat econòmica i el consum energètic s'estimen idèntics als de l'any anterior, i el tancament de centrals fòssils i la descentralització de la xarxa elèctrica pràcticament no han començat.

Hi ha unes xifres que poden ajudar a centrar la predicció en qüestió per a la resta del temps. Calculem un marc que en principi abraça sobradament el problema. Calculem quina potència regulable addicional necessitariem si el consum es mantingués i la descentralització fos nul·la. És important insistir que estem parlant d'un marc i no de la predicció realista que vindrà més tard. En aquest context, l'energia produïda en substitució en el període i potència elèctrica regulable substitutòria serien:

Al final del primer període (4 anys)

$$\begin{aligned} 2673 \text{ GWh} \times 4 &= 10692 \text{ GWh} \\ 0.31 \text{ GW} \times 4 &= 1.22 \text{ GW} \end{aligned}$$

Al final del segon període (4+16 anys)

$$\begin{aligned} 2673 \text{ GWh} \times 20 &= 53462 \text{ GWh} \\ 0.31 \text{ GW} \times 20 &= 6.1 \text{ GW} \end{aligned}$$

Al final del tercer període (30 anys)

$$\begin{aligned} 2673 \text{ GWh} \times 30 &= 80193 \text{ GWh} \\ 0.31 \text{ GW} \times 30 &= 9.15 \text{ GW} \end{aligned}$$

Com es pot veure, la xifra d'energia a substituir al final coincideix amb el que diu la figura 5.

Això voldria dir que, en un escenari marc en què el consum es mantingués i la descentralització no progressés, hauríem de basquejar-nos a trobar fonts d'energia regulable de potències creixents en el temps i amb valors d'1.22 GW, 6.1 GW o 9.15 GW al final de cadascun dels períodes. Trobarem aquestes fonts a les hidroelèctriques regulables i les nuclears durant tota la transició i en algunes tèrmiques al principi d'aquesta i fins a la seva aturada. Aquest és doncs el marc, l'envoltant o el paraigua sota el qual es mou el problema.

Ara correspon afinar més i, tenint present el marc establert, entrar en el problema amb més detall. Haurem d'estimar l'evolució del consum, de la funció descentralitzadora i de la funcionalitat de la xarxa romanent.

Comencem pel primer període. Considerem que en els pròxims 4 anys estarem de ben segur dedicats a l'intent de sortir de la crisi en què estem immersos! Considerem també que l'estructura de la xarxa elèctrica haurà canviat sobretot a causa de la implementació de recursos distribuïts. Quin tipus d'expert necessito com a assessor per avaluar al més acuradament possible aquestes evolucions? Necessito tres tipus d'expert: un primer en creixement econòmic coneixedor de la tipologia de la crisi actual; un segon expert en recursos energètics distribuïts, i un tercer expert en gestió tècnica de xarxa elèctrica. El primer hauria de criticar l'escenari econòmic tot investigant variacions i tendències esperades. Hauria de mullar-se avançant detalls sobre el progrés previst en les accions encaminades a la sortida de la crisi del coronavirus. En primera aproximació potser s'atreviria a pronosticar una lleugera disminució del consum, però de ben segur que altres incerteses afectarien el seu raonament. Potser quedarien a l'aire preguntes tals com: d'aquí 4 anys haurem assimilat una manera clara de progressar estructuralment tot estalviant energia? O, d'aquí 4 anys sabrem avançar en la revolució tecnològica que tenim entre mans tot estalviant energia? L'aportació d'aquest expert molt probablement demanaria marge en la capacitat de produir energia.

El segon expert hauria de predir quina fracció dels consumidors elèctrics estaran ja servits per infraestructures distribuïdes i caracteritzar-ne el nivell de desacoblament. Aquest segon expert hauria d'estimar també quines reconversions de consums tèrmics en elèctrics tindran lloc en el període, quines d'aquestes ho seran de forma desacoblada i en conseqüència matisar els resultats del primer expert. El tercer, finalment hauria de preveure quines diferències sensibles tindrà la nova xarxa parcialment descentralitzada, en funció de la nova situació. Seguirem tenint pics de demanda com els actuals? També hi hauria alguna pregunta afectant experteses diverses, com per exemple: què farà el ciutadà o la petita empresa a qui haurem empoderat per tal que gestioni, mantingui i inverteixi en la creixent infraestructura energètica distribuïda? Serà capaç d'invertir amb la celeritat que li proposa el govern? O el coronavirus li haurà canviat les prioritats i tal vegada no podem comptar amb ell per a res? D'aquí n'hauria de sortir la potència regulable que necessitem al cap de 4 anys. Què en penses, lector? Serà més gran o més petita de la que disposem avui? Que difícil t'ho poso! És difícil fer prediccions a 4 anys vista! I tot és més difícil encara en l'entorn d'una crisi excepcional! Si és difícil fer prediccions a 4 anys vista, més difícil serà fer-les per tal de completar el calendari fins al 2050. Estem entrant en un problema amb dues grans incògnites que són les prediccions a 30 anys vista del consum i de la reconfiguració de la xarxa elèctrica. Són incògnites bastant incertes, difícils de predir i que involucren experts de diverses especialitats. Si els experts es motiven, es coordinen i es comuniquen, segur que arribaran a una comprensió més gran de la situació i finalment ajustarem més els nostres resultats. Si, en canvi, cada expert s'aïlla de les altres experteses, marca terreny com hem dit abans, el coneixement real de la situació serà precari i la decisió s'haurà de prendre amb les dades sense elaborar.

Completem el raonament relatiu al període 2021-2025 i fem-ho recordant unes xifres ja presentades a la figura 5: avui a Espanya hi ha una potència de producció elèctrica a partir de fòssil de 40 GW que el 2020 van produir una energia elèctrica de 80193 GWh, 9216 GWh dels quals van ser produïts en centrals de carbó o les que figuren com a tèrmiques de fuel/gas. En aquest període, doncs, s'aniran aturant. Seguiran operatives però, a més de les cogeneracions, les centrals de cicle combinat de gas amb una potència total de 26.2 GW. La potència instal·lada d'aquestes últimes és sobrada. Ja el 2020 el seu factor de càrrega global va ser de 19.1% (vegeu figura 5) i podrien, durant aquest primer període i amb una planificació adient, estar disponibles per a la regulació i al mateix temps mantenir aproximadament la seva producció per no interferir en el còmput d'emissions. Recordem que la reducció d'emissions en aquest interval de temps es fa mitjançant l'aturada progressiva del carbó i el fuel/gas. La potència elèctrica regulable substituïda que en el càlcul-marc hem xifrat en 1.22 GW seria coberta, doncs, per centrals de cicle combinat de gas treballant de la manera descrita, això és, a una potència relativament baixa durant la major part del temps i seguint càrrega quan sigui ne-

cessari. Aquest és un tipus de funcionament molt pròxim a l'actual, tal com hem vist anteriorment. Els 17 GW hidroelèctrics i 7 GW nuclears haurien de mantenir-se irremissiblement durant tot el període i amb uns factors de càrrega i uns tipus de funcionament semblants als actuals.

Passem al segon període, en principi entre 2025 i 2041. És un període molt llarg, els seus inicis són predictibles de manera similar a l'anterior, i en canvi més endavant apareixeran situacions més difícils de preveure. Quins dubtes s'aniran dissipant? Quines noves realitats afloraran? Comencem pel que és més positiu. Gràcies sobretot a les implementacions que hauran tingut lloc en l'àmbit de la descentralització de la xarxa, la situació serà més tangible i potser coneixerem tendències més fermes de consums i transformacions. Res no serà definitiu, però, si més no, tindrem més punts de coneixement de la realitat. Hi haurà una dificultat essencial punyent. L'aturada dels cicles combinats de gas en la hipòtesi lineal, en què ens basem, comença en aquest període, per bé que el seu esglaonament s'estendrà fins al final. Si en el període anterior havíem dit que amb totes les nuclears i una planificació intel·ligent d'hidroelèctriques i cicles combinats de gas, la regulació era viable, en aquest segon període correspon assolir les mateixes garanties amb una potència decreixent del conjunt dels cicles combinats. Hidroelèctriques i nuclears, en aquest segon període passen a ser encara més indispensables amb la dificultat addicional que les hidroelèctriques tenen a Espanya factors de càrrega d'entre el 12% i el 24%. L'escenari marc, que demanava cobrir 6.1 GW amb potència regulable, ens diu ara ben poc. En efecte, el marc passa a ser només una referència de com podrien ser les coses en condicions molt adverses en què coincidissin un eventual endarreriment gran de les implementacions descentralitzadores i una sequera que minvés la contribució hidroelèctrica. El més rellevant d'aquest període és que ara la reducció de les emissions del sector es fa mitjançant l'aturada progressiva dels cicles combinats de gas, i aquesta és una tasca que no es pot endarrerir! Només tenim 30 anys per aturar tot el fòssil!

Com serà el tercer període? Predir quelcom de forma solent en aquest moment és naturalment més difícil i probablement no té sentit. Seguint amb la hipòtesi lineal, el període s'inicia en el moment de completar-se el tancament total de les centrals de cicle combinat de gas. Crec, però, que no hem d'anar tan lluny en unes prediccions que en el període anterior ja hem qualificat d'incertes i difícils. Segons com avanci el procés, és d'esperar que la xarxa espanyola hagi assolit un nivell de descentralització gran i que estigui funcionant aleshores de forma radicalment diferent. És d'esperar que, en aquell moment, societat, indústria i xarxa s'hagin adaptat mútuament i s'hagin adequat a la novetat. També pot passar que, a causa d'una nova crisi o una eventualitat negativa social o tecnològica, tot es demori i ens veiem obligats aleshores a utilitzar les nuclears tal com avui ho han a França o, el que és pitjor, a desdir-nos dels compromisos d'aturada del fòssil.

Tal com hem anticipat, podem considerar les nostres prediccions com a raonables per al període 2021-2025, incertes per als primers anys del segon període i difícils per a la resta de la transició. No estem acorralats, però, i és important proclamar-ho! També és important recordar que som en el camí d'un demà 100% renovable i que el moment precís que estem comentant és potser el més crític i difícil de resoldre. Tot plegat dona peu a una solució de compromís com les que, en el món de la gestió de projectes tecnològics i, diguem-ho de pas, a la mateixa vida també, es prenen sovint. És com si fes passar a l'expert en aquest tipus de gestió davant de les tres experteses específiques abans citades! Ja havia anticipat la necessitat d'un gestor tecnològic. No es tracta de fer un salt al buit! Es tracta de fer quelcom típic del món de la gestió tecnològica i fer dos passos. El primer pas és decidir avui l'allargament de la vida operativa de tot el parc nuclear espanyol. Les prediccions ens diuen que les necessitem irremissiblement els primers 15 anys i com a salvaguarda 15 anys més. El segon pas seria establir unes rutines de seguiment progressiu que permetin l'adaptació a la realitat que vagi apareixent. Aquestes rutines es fonamentaran en la informació ferma sobre els resultats de les implementacions realitzades i en la caracterització més sòlida de la nova funcionalitat de la xarxa. Aquest segon pas seria continuar la projecció de futur i decidir, amb una anticipació raonable i amb moltes més garanties d'èxit, sobre els següents 4 anys probablement, o potser sobre 10 o 25 si la realitat, avui desconeguda, permet en aquell moment prediccions més extenses en el temps. Fet i fet, podem veure que la situació, en línia amb altres principis ja presentats, no demana una programació temporal estricta, però sí un pas ferm i assenyat encaminat a una realització immediata que facilitarà la continuació.

Aquesta manera de raonar, molt experimentada en el món dels projectes tecnològics, ens força a parlar del que en diem *risc del projecte*. Considerar el risc d'un projecte o d'una decisió és avaluar els esdeveniments que poden tenir un impacte en l'objectiu traçat i fer-los front anticipadament prenent accions per fer-ne més improbable l'aparició. En el projecte que ens ocupa, i pensant en l'objectiu d'aturar les combustions fòssils, el pla traçat comporta comptar amb hidroelèctriques i nuclears, implementar recursos distribuïts i renovables de manera harmònica amb l'evolució de la societat i observar i tenir en compte la nova caracterització de la xarxa elèctrica.

Si allarguem la vida de les nuclears existents a Espanya produïrem una robustesa que vigoritzarà totes i cadascuna de les implementacions energètiques en curs o en projecte i, sobretot, conferirà garanties d'èxit a un camí carregat d'incerteses. Si en canvi renunciem a l'allargament de vida i ens limitem a construir recursos distribuïts i renovables, ens podem trobar amb una situació compromesa. La renúncia ens pot portar no solament a períodes incerts pel que fa a la gestió de la xarxa elèctrica en què aflorin dificultats per a la seva seguretat de funcionament, sinó també a malmetre els plans d'aturada fòssil. Per descomptat, hi ha una possibilitat d'encertar-la,

això voldria dir que no solament hi ha hagut un canvi substancial en l'operativitat de la xarxa sinó que ha vingut acompanyat d'un decreixement de consum notable, d'un rebrot de la crisi vigent o d'algun altre fet amb conseqüències socials negatives a què pot ser difícil fer-hi front.

Hi ha decisions que prenem per experiència tècnica i d'altres per experiència de gestió. Aquesta concretament és una pregunta molt més «de gestió» o del que en dic *gestió tecnològica*. Si la fem a l'emprenedor o al gerent del «negoci» d'aturar el col·lapse del planeta ens donarà una resposta clara. Ens dirà «arrisca't assenyadament, allarga la vida de les centrals nuclears i guanya aquesta flexibilitat que t'anirà molt bé durant aquesta transició». Implícitament estic dient que els propers 10 o 15 anys són els més incerts i val la pena encetar-los amb marge i amb robustesa i en una conjuntura com l'actual, tot és encara més punyent. Pràcticament aquí conclou el raonament que ens permet determinar la contribució nuclear a la base regulable per a la xarxa elèctrica. Haurem d'allargar la vida de les centrals existents i fer un seguiment que permeti corregir qualsevol eventualitat que aflori en un procés realment incert. La decisió de començar a aturar les nuclears es prendrà en el moment oportú, això és: quan l'aturada fòssil i la descentralització de la xarxa siguin un fet! Confio que l'explicació hagi estat útil sobretot a l'hora de mostrar els mecanismes de raonament i les experteses requerides. Ben aviat, a l'hora de la síntesi de configuració del mix el tornarem a citar.

Acabat el raonament i ja fora del fil expositiu, és el moment de fer dos comentaris addicionals que poden ser oportuns. L'un és relatiu a la coherència entre la planificació de la transició i l'avanç de la creació d'una infraestructura distribuïda i renovable, i l'altre a l'aritmètica de potències tantes vegades esmentada. En un capítol anterior, hem raonat que el tot-renovable no pot sortir del cap d'un pensador i que estem necessitats d'una adaptació mútua entre el que estem construint i la societat que es va reconfigurant lliurement. De manera semblant, la base regulable de producció elèctrica haurà acomodar-se al resultat de l'esmentada adaptació i, per tant, es veurà influenciada directament per la funcionalitat de la nova xarxa parcialment descentralitzada i més indirectament per l'estructura d'una societat que evolucionarà en funció de les realitats socials i tecnològiques que vagin apareixent i que encara desconexim.

El segon comentari és relatiu a l'al·lusió que faig als 17 GW hidroelèctrics i als 7 GW nuclears que necessito irremissiblement, ho faig tenint presents els seus factors de càrrega i el seu funcionament establert. En efecte 17 GW hidroelèctrics amb factors de càrrega entre 12% i 24% donen potències mitjanes entre 2 i 4.1 GW. Igualment 7 GW nuclears amb factors de càrrega de l'ordre del 90% donen prop de 6.3 GW. Si algú amb ànim de simplificar es limita a parlar de les xifres sense més explicació ni matís obtindrà una imatge clarament esbiaixada del problema. Recordem que,

en aquest cas, per substituir la funció d'una central tèrmica d'1 GW necessito potències nominals d'entre 4 i 8 GW si la producció és hidroelèctrica i en canvi en tinc prou amb 1 GW nuclear.

5.1.2. Configuració del mix energètic amb criteris estratègics

Les raons citades fins ara no són les úniques i, a més a més, és difícil dir si són les més transcendents. Estem consolidant el que abans hem presentat com a segona esmena a París 2015, o com a «esmena per una descarbonització robusta». No oblidem que en algun moment hem dit:

- Necessitem «energia» per dissuadir els productors de combustibles fòssils.
- Necessitem «energia» per cobrir incerteses no contemplades a les prediccions. (plans B)

Com hauria de ser aquesta energia per permetre assolir les fites citades?

Pensem d'entrada i sobretot, en la primera d'aquestes «energies». Estem parlant d'una energia com a trumfo. L'energia es considerada un trumfo, quan no la caracteritzem en funció de la demanda, sinó en funció d'altres capacitats i condicions. Aquesta energia s'ha de configurar seguint les recomanacions per als països del grup prodescarbonització tal com han estat desenvolupades en el capítol de reconducció fòssil. Això vol dir que, com a país del grup, hem de consolidar una fortaleza en la nostra producció energètica descarbonitzada. El vigor i la robustesa són fonamentals si volem ser realment presos en consideració. Necessitem enfortir la infraestructura de la nostra indústria i enginyeria energètiques perquè ens escoltin. Hem d'assolir una robustesa tal que permeti oferir a qualsevol país en dubte, centrals que produeixin energia descarbonitzada i atractiva en preu i prestacions, competint amb l'oferta del grup fòssil-dependent. Aquesta capacitat, d'una banda ha d'incloure renovables i nuclears, i d'altra banda ha de cobrir les fases d'enginyeria i fabricació ben segur, i també la fase de producció si pensem en una robustesa real.

Renovables per sempre, i renovables i nuclears per a la transició. Cadascuna d'aquestes tecnologies necessitarà accions de motivació específiques i lligades a les seves circumstàncies. Les accions encaminades a promocionar les renovables coincideixen amb les accions que preconitza París 2015 i responen a un camí de progrés en curs. Les relatives al manteniment estratègic de la tecnologia nuclear volen un comentari.

En primera aproximació, quan parlem d'estratègia, es podria protegir en l'àmbit nuclear sobretot les companyies d'enginyeria i fàbriques de components i com-

bustible. En efecte, aquestes són potser les entitats que més poden aportar a l'estratègia general de la robustesa i de capacitat d'oferir potència instal·lada a qui la necessiti. Convé mantenir-les actives per tal que puguin seguir treballant sobretot per a tots aquells països que precisin un nombre considerable de noves centrals. A la pràctica, és fàcil veure que per mantenir viva una tecnologia és important fer-ho d'una manera raonable en tots i cadascun dels nivells de realització, incloent-hi una certa producció. Aquestes raons estratègiques generen uns requisits que poden ser coberts d'una manera modesta però que hauria de ser sòlida. Una manera conservadora de començar seria mantenint el que avui és operatiu, no fent cap pas enrere de moment i esperar que el bloc prodescarbonització guanyi terreny. Recordem que la contribució de les nuclears al mix per raons estratègiques depèn sobretot de com es va reduint el grup de països negacionistes. Tinguem en ment que quan es concreti la contribució de cada país a la robustesa hi haurà de ben segur un pacte de contingut. Tal pacte pot precisar per a cada país quines instal·lacions i entitats convé mantenir pensant en la robustesa mundial. No sembla un pacte complex, ja que es concreta sobretot a mantenir unes capacitats més que no pas crear-ne de noves. El seu caràcter internacional fa necessària la intervenció d'una expertesa geopolítica.

A l'inici d'aquesta transició sembla que el requisit internacional de fortalesa de l'enginyeria sobre la configuració del mix local hauria de concretar-se mantenint les centrals que avui són operatives. Això permetria mantenir viva la tecnologia nuclear de forma modesta però a tots els nivells de realització. Comentem el cas espanyol com a exemple que pot esdevenir per a d'altres. A Espanya, en l'àmbit nuclear tenim companyies d'enginyeria, fàbriques de components i també de combustible. Totes aquestes entitats donen servei a centrals nuclears espanyoles i estrangeres. Un allargament de vida de 20 o 30 anys per a cadascuna de les centrals nuclears espanyoles produiria avui l'efecte vitalitzador desitjat per a la tecnologia i la seva implantació a Espanya i sobretot seria una bona contribució a la fortalesa que ens sol·licita la descarbonització a escala mundial. Aquest podria ser el contingut de la contribució espanyola a la robustesa global. Parlo d'una extensió de vida operativa molt agraïda si considerem que es pot aconseguir amb un esforç limitat d'enginyeria i d'inversió. Igual que en el raonament de la secció anterior, també en aquest cas, conforme avanci la descarbonització, el contingut pot ser retocat. Si la diplomàcia o altres circumstàncies canvien i passen a un nivell d'exigència diferent la base estratègica s'adaptarà en conseqüència.

Quina «energia» necessito per cobrir incerteses no contemplades a les prediccions? Estem parlant ara d'aquelles eventualitats incertes que poden sorprendre'ns un cop iniciat el pla de desenvolupament. Estem parlant del que solem anomenar plans B. Entre aquestes eventualitats hi podem trobar des del petit contratemps en el desenvolupament renovable o en el camp del vehicle elèctric fins a crisis econò-

miques notables o la fallida franca d'alguna realització programada d'aquests àmbits. També a una altra escala hi podríem trobar des de conseqüències inesperades de la quarta revolució tecnològica fins a recessions mundials insospitades. Tot allò que tingui una probabilitat suficient de tenir lloc hauria de ser considerat com a raó que demana fortalesa productiva. Per descomptat, es tracta d'àmbits estratègics potser menys crítics en el temps que els que hem presentat fins ara, però igualment transcendents. Són típicament de gestió i alguns són relativament simples. Si la producció energètica manté una certa diversitat i una important robustesa, en principi no es veurà afectada per trasbalsos sobtats. Si estem tancant les centrals tèrmiques d'una determinada àrea per obligació ecològica, no sembla recomanable tancar alhora les nuclears de la mateixa zona o regió. Si estem assessorant un país del Sud Global que, a causa del seu pla de progrés social, vol una determinada celeritat en la instal·lació energètica, haurem de preveure quins mecanismes de falta poden afectar el procés i tenir a punt un recanvi. Qualsevol eventualitat que raonablement pugui aparèixer ha d'estar en principi coberta per un pla B que pugui arrencar amb un esforç limitat.

Pel que fa a la base de diversitat en la producció d'energia per consolidar la transició, aquest és un punt molt més de gestió que no pas tecnològic. La producció d'energia en la fase de descarbonització és una activitat urgent que hem de complir en data, convé anar-hi amb una invulnerabilitat sobrada. Tinguem, doncs, el recanvi a punt abans no ens el demanin les circumstàncies! Aquest fet, en el cas espanyol, reforça la idea abans apuntada de no fer cap pas enrere fins que l'activitat urgent a complir en data hagi estat raonablement coberta. A l'àmbit internacional seria recomanable que cada país tingués present el fet en funció de la seva situació. Com es pot veure, aquest requisit en el cas d'Espanya i de molts països no sembla molt exigent. En alguns casos s'assolirà mitjançant algun allargament de vida operativa i en d'altres amb la construcció d'alguna central nuclear per consolidar un pla B de transició. En alguns països aquesta recomanació ve justificada per la fragilitat de la seva transició programada o pel fet que la posada en funcionament d'una construcció d'aquesta complexitat és prou llarga. La invulnerabilitat és necessària des del primer moment. Els plans B han de ser assumibles amb prestesa. Òbviament, si per altres raons el país ja ha construït o pres d'accions d'allargament de vida, el punt perd la seva rellevància. En contrapartida, si les raons de plena operativitat de la xarxa no demanessin específicament cap acció, aleshores seria important considerar les necessitats de diversitat com un aspecte més rellevant.

Pel que fa a la base que ens ajudaria a mantenir la capacitat d'ajuda i d'assessorament internacional, és més senzill un cop presentats els punts anteriors. Tots tenen aspectes comuns. Tot se centra a tenir presents els nostres actius i els eventuais destinataris de la nostra assistència. Si al nostre país hi ha bones enginyeries i bones fàbriques de components per a centrals energètiques, l'assessorament serà òptim si també mantenim totes les fases de la tecnologia, la de producció energètica inclosa.

5.1.3. Sintetitzem funcionalitat i estratègia

Analitzats els punts que demanem al futur parc nuclear espanyol, podem comprovar que som davant un problema amb dos desllorigadors possibles: la negociació sobre els fòssils i els requisits fixats amb criteris de xarxa. Avui la negociació fòssil no ha començat i per defecte recomana en el cas espanyol uns allargaments de vida de les seves centrals nuclears de 20 o 30 anys. Pel que fa als requisits de xarxa, aquests demanen els mateixos allargaments citats, i a més a més recomanen estar al cas i consolidar un seguiment preventiu que permeti prendre les decisions pendents oportunament. En el cas espanyol, seguint els raonaments presentats, tant els criteris funcionals com els estratègics apunten avui cap al mateix resultat. En altres casos i països les coses poden ser diferents.

És molt important tenir present l'essència d'aquests raonaments, en què vull destacar la lògica de les decisions més que no pas les decisions pròpiament dites. He preferit acabar amb un resultat concret: allargament de la vida de les nuclears i el convenciment de no prendre la decisió d'aturar-les fins que l'estratègia no estigui sòlidament encarrilada. Ho he preferit concretar per ser més entenedor i comunicatiu. Òbviament, amb dades millors, amb estudis d'itineraris diversos i amb actituds de col·laboració exquisida entre experts tindriem una estimació millor que permetria ajustar més. El que molt probablement no modificarien unes millors circumstàncies seria la lògica i l'entrellat de les decisions a prendre. En els contactes que he tingut fins ara amb experts d'aquests àmbits, he observat que encara manca un esforç d'aproximació! Tot arribarà.

En aquesta conjuntura, proposo que Espanya en un futur pròxim mantingui el seu parc de centrals nuclears. No és complicat. Recordem que la major part de les centrals nuclears espanyoles tenen les seves centrals de referència als Estats Units, on l'extensió de vida operativa fins a 60 anys ha estat autoritzada en moltes i on s'han iniciat estudis pensant en allargaments de vida fins a 80 anys. Es tracta d'un contingut d'enginyeria simple però amb un resultat que podria ser substancial: amb una inversió mínima es farien operatius per a 20 o 30 anys més, 7GW_{elèctrics} descarbonitzats i amb unes capacitats de regulació adients a la funcionalitat de la xarxa elèctrica. La decisió sobre aquest punt s'hauria de prendre amb celeritat, ja que els desenvolupaments volen hores d'enginyeria i els plans actuals preveuen un tancament de les nuclears espanyoles d'aquí pocs anys.

Sintetitzant, en el context espanyol, proposo que en els propers 30 anys el mix elèctric adapti la seva configuració en funció del progrés de les implementacions corresponents i de l'evolució de la mateixa societat. L'aturada esglaonada de les centrals que fan servir combustible fòssil ha de començar de seguida, ha de per-

metre complir amb els compromisos d'emissions del 2030, i finalment ha de donar lloc a la descarbonització total per al 2050. No cal repetir que les tasques que es programen a 30 anys vista necessiten un seguiment molt acurat i una capacitat de corregir desviacions. La incertesa involucrada connecta en última instància amb el comportament del col·lectiu d'usuaris.

La implementació d'infraestructures energètiques renovables s'haurà de fer a un ritme raonablement alt, però sobretot harmònic amb els canvis socials i d'estil de vida provocats pels resultats de la revolució tecnològica que estem encetant. D'una banda, la irrupció de recursos renovables distribuïts anirà permetent la descentralització de la producció elèctrica; i de l'altra, contribuirà a la descarbonització.

Les centrals nuclears seran la garantia que la transició al tot-renovable es fa de forma suau i sense entrebancs, això és, subministrant l'electricitat necessària per complementar en tot moment l'aportació renovable i contribuint de manera decisiva a la descarbonització. Seran també garantia que les renovables progressen al ritme just de la transformació social i no esbojarradament, caòticament o seguint les dinàmiques que es consolidin en un mercat que avui desconexim. Un cop complerta la seva funció, les nuclears s'hauran d'aturar. La decisió de començar el procés d'aturada hauria de ser presa en funció de l'avanç de la descarbonització. Això és el que en llenguatge quotidià en diem «quan es vegi el final del túnel». Crec que hi ha feina per a les nuclears espanyoles per a uns 30 anys aproximadament. L'adequació de la configuració del mix vol una gestió tecnològica i una presa de decisions en funció dels resultats que es vagin obtenint.

En el context mundial, de ben segur considerarem centrals nuclears de nova construcció. Si a Espanya ens en podem sortir amb 30 anys, a altres països es pot necessitar un temps més gran. Hi haurà més decisions a prendre. És oportú en aquest moment tornar al tema del combustible usat i avaluar la conveniència que qualsevol reactor de nova construcció permeti posar en marxa alguna estratègia de reciclat no solament per al combustible que faci servir, sinó també per al ja utilitzat i produït a les centrals existents avui. Instal·lant reactors recicladors de combustible usat es pot fer front simultàniament als dos objectius: cobrir les necessitats de potència addicionals i contribuir que les generacions a venir no hagin de patir una presència gran de materials radioactius de rebuig. Recordem que reciclar el combustible usat forma part de l'estratègia original de la tecnologia i lliga amb els criteris generals de la sostenibilitat. Entre les decisions a prendre en aquest àmbit, potser la més important és esbrinar quin o quins tipus de central nuclear són els més adients a la situació de país que vivim. Si donem més rellevància al reciclat, triarem un reactor reciclador de gene-

ració IV. Una controvèrsia aflora habitualment, sempre que s'ha de resoldre una decisió d'aquesta mena. D'una banda, la modernitat ve acompanyada gairebé sempre de prestacions millors i de més seguretat, però d'altra banda, a ningú li agrada ser el primer de portar a la pràctica la gran novetat. La discussió és entre construir centrals de generació III+ o de generació IV. De les primeres, ja hi ha una experiència, ja que a la Xina en funciona alguna i Corea del Sud n'està construint. Les segones, a més de permetre el reciclat del combustible usat, tenen diversos atractius molt interessants, com ara: comportar una seguretat més actualitzada, no tenir gairebé requeriments de planificació d'emergència per al públic, ser modulars i construir-se en un temps curt.

Sintetitzant, en el context mundial, en aquest cas veurem que la funció estratègica adquireix més rellevància. Per descomptat podríem extrapolar amb cautela el cas espanyol però sense oblidar la consolidació de la fortalesa del grup prodescarbonització. Hem vist que a Espanya, una potència nuclear relativament reduïda ens pot permetre assegurar un camí de descarbonització amb garanties d'èxit. Partint de la situació de cada país, es podria ajustar quantitativament la potència nuclear a la seva realitat tenint sempre en ment contribuir en el manteniment de les capacitats globals citades.

Els països avui més fòssil-dependents haurien d'instal·lar un nombre considerable de centrals nuclears. Altres països, de tipus mitjà o pròxims a la situació espanyola, podrien simplement utilitzar l'allargament de vida de les seves centrals en plena seguretat. Els països amb més rellevància en l'àmbit nuclear serien crucials a l'hora de garantir una fortalesa d'enginyeria en la descarbonització mundial. A aquests se'ls demanaria mantenir les enginyeries i fàbriques de components per assegurar una resposta mundialment adient. Aquest darrer punt, que consisteix a mantenir viva la tecnologia nuclear, és factible d'una manera modesta però sòlida sempre que es basi en un acord ampli de països i per tant, sempre que comparteixin l'esforç necessari.

La casuística és encara més àmplia. Hi pot haver països que, a causa de la seva latitud o per altres raons, tinguin dubtes seriosos sobre la implementació d'una opció renovable amb la celeritat exigida. Algun d'aquests potser ho intentaran, tot mantenint un pla B amb intervenció nuclear que li confereixi la garantia suficient. Algun altre país pot sentir-se obligat a tenir un pla B amb centrals nuclears simplement per raons de coherència de gestió. Òbviament també hi pot haver algun país que pugui començar a aturar alguna o unes quantes centrals abans del 2050. Aquests són pocs. El que, en qualsevol cas, demana la proposta per a tots els països, és no prendre la decisió del tancament de les centrals nuclears fins que l'aturada fòssil estigui pràcticament completada.

5.2. Consolidació de l'àmbit social

En l'objectiu de continuar completant la proposta que ha estat presentada al capítol «Què proposem fer?», en aquesta secció es donen alguns detalls de consolidació de l'àmbit social. Es tracta d'una consolidació bastant diferent del que hem vist en l'àmbit tecnològic. En aquell cas, la proposta es consolidava mitjançant unes esmenes concretes a l'Acord de París 2015 i això feia que la justificació corresponent tingués un contingut tècnic. En l'àmbit social, la consolidació parteix d'una reflexió general i destaca dos grans temes. La reflexió és que convindria continuar amb la pedagogia dels grans conceptes i principis presentats. La sostenibilitat, l'anticonsumisme, la sobrietat o la connexió essencial que hi ha entre el desenvolupament del Sud Global i la transició energètica són aspectes a desenvolupar i comentar amb interès creixent. Pel que fa als dos temes, l'un es refereix a la «Formació i divulgació sobre Energia i Societat» i l'altre al «Tractament del sentiment col·lectiu de por». Tots dos temes exigeixen la intervenció d'experts de disciplines diverses.

5.2.1. Formació i divulgació sobre Energia i Societat

Impulsar la formació del ciutadà en matèria energètica és un punt fonamental i malgrat la seva complexitat s'hauria de trobar una manera de portar-lo a terme. Convé una formació específica dedicada de forma urgent als col·lectius clau del problema i, potser més tard, però amb més tranquil·litat, a la ciutadania completa per la via de l'ensenyament reglat. Aquesta formació hauria d'incloure qüestions fonamentals com ara:

- Fer que la ciutadania entengués l'essència dels conceptes tecnològics fonamentals involucrats.
- Aconseguir que en l'àmbit públic es distingís entre descarbonitzar i assolir la sostenibilitat.
- Col·laborar decisivament a produir l'assossec d'aquell col·lectiu ciutadà que experimenta un sentiment de por a les centrals nuclears d'acord amb el que es presentarà a l'apartat següent.
- Procurar que la ciutadania internalitzi la necessitat d'una vida energèticament més sòbria.

Estic parlant d'una iniciativa complexa però irrenunciable i convé trobar una manera raonable d'endegar-la amb ambició i realisme. Fa uns 40 anys vaig viure una experiència amb una finalitat propera al tema. Era a França, en una organització de l'àrea d'energia i vaig tenir una certa proximitat respecte a la realització de cursos, sobre

seguretat de les centrals nuclears, oberts a dos col·lectius professionals rellevants. Els col·lectius eren de periodistes i professors d'institut. La persona que coordinava els cursos em va explicar detalls sobre continguts, durada, i nombre d'assistents. La iniciativa tenia una envergadura considerable. El fet d'haver escollit els col·lectius en qüestió em va semblar també enormement encertat i avui em recorda el parentiu que, de ben segur, tenia aquella acció amb el que ara ens ocupa. En aquells moments la història de les centrals nuclears estava començant, França havia decidit apostar per aquella tecnologia i el govern acompanyava el ciutadà amb aquella iniciativa. L'experiència, per bé que en desconec més detalls, sembla que estava clarament dirigida a fer front inquietuds molt pròximes a les tenim damunt la taula.

Per descomptat, avui ens correspon preparar una acció que permeti raonablement assolir els objectius de formació traçats. Parlo d'una iniciativa a abordar professionalment utilitzant les tècniques i els assessors adients i amb la col·laboració de professionals de la tecnologia energètica i nuclear, de l'ensenyament i de l'ensenyament d'aquestes tecnologies. No haurien de mancar en la iniciativa ni la utilització de tecnologies del segle actual ni la col·laboració dels seus coneixedors i especialistes.

5.2.2. Tractament del sentiment col·lectiu de por

Per bé que només he escrit uns pocs paràgrafs sobre aquest punt a l'hora de referir-me a les postures antinuclears, estic parlant d'un sentiment col·lectiu que necessita ser considerat i tractat. Existeix un grup social nombrós que manifesta por envers les centrals nuclears. Ja he dit que sempre he sentit comprensió i solidaritat amb el col·lectiu implicat i l'he tingut present en les accions de difusió i divulgació en què he participat. Fa uns mesos, arran de complir-se l'aniversari de l'accident de Fukushima, vaig escriure:

Diari ARA 11 de març de 2020

...Arribats a aquest punt, el col·lectiu d'experts en seguretat nuclear per iniciativa pròpia vàrem començar a incloure a les nostres actuacions públiques i privades una tasca que ens sembla absolutament natural, que és explicar l'accident amb tot el seu contingut incloent-hi causes, encadenament dels fets, risc, conseqüències i lliçons apreses. Això es va fer allà on se'ns va demanar, tot destacant el seu tret més significatiu: les centrals nuclears, després d'aplicar les millores eixides de l'anàlisi de Fukushima, són avui més segures que abans. Els escenaris màxims específics suggerits per Fukushima tindrien avui una sortida airosa i no accidental per a totes les centrals actuals. La divulgació d'aquest missatge va ser i segueix sent la nostra manera de contribuir a l'assossec de la ciutadania. La cultura del nostre col·lectiu de tècnics de seguretat nuclear ens hi porta de forma natural, i sovint les institucions de les quals formem part han secundat les nostres iniciatives. No en va l'anàlisi d'accidents és essencialment prevencionista. No en va el que sempre tenim en ment en el nostre ofici, és que l'accident no es repeteixi ni a la central en qüestió ni en cap altra.

Avui es compleixen 9 anys de l'accident de Fukushima, i quan faig el meu balanç particular estic realment satisfet de les dues tasques realitzades, això és, tant de la feina d'anàlisi com de la contribució en la divulgació de la millora assolida. La primera és pròpia de l'ofici i tant la major part dels meus companys d'especialitat com jo vàrem ser retribuïts al seu dia pels canals habituals. A la segona personalment m'hi he sumat perquè estic convençut que és la tasca que culmina l'eficàcia de la nostra societat moderna a l'hora de lluitar contra el risc d'accident i de produir l'assossec de la seva ciutadania.

M'he sentit acompanyat per molts dels que comparteixen professió amb mi, però només per alguna comunitat compromesa a escoltar les persones i per alguna institució que s'ha fet ressò d'aquests continguts. En general, m'he sentit sol sobretot a l'hora de culminar la contribució en la producció de l'assossec de la gent del carrer. Les nostres lleis i reglaments són potser clars i eficaços quan regulen els objectius de la primera part de l'ofici d'anàlisi d'accidents, però de ben segur que diuen molt poc pel que fa a la divulgació final de lliçons apreses. Contribuir a la tranquil·litat de la ciutadania és, al meu entendre, quelcom molt important.

Aquest és un exemple modest de quelcom que crec que estem obligats a fer! Accions concretes i de més envergadura, mogudes per un impuls institucional i destinades a fer front al sentiment de por, són al meu entendre absolutament indispensables. L'assossec de la ciutadania demana una divulgació activa de continguts, com ara els de l'exemple, emfatitzant el fet que, arran de les accions preses, les centrals nuclears del país són avui més segures! S'han de fer més coses! S'hauria de revertir un sentiment de por col·lectiu que fa 40 anys que s'enforteix per raons diverses. Arran del fet, tinc dos comentaris: l'un relatiu a la transcendència del punt, i l'altre relatiu al tractament de la por col·lectiva.

El tema és transcendent, i tal vegada molt més del que pot semblar a primer cop d'ull. Ignorar aquesta transcendència és com confondre els termes *risc* i *perill*, i aquest és l'esquema que acostumo a utilitzar quan parlo de la controvèrsia a l'aula d'enginyeria de seguretat. Més enllà de donar definicions dels dos termes, hi ha una caracterització creuada que ens ajuda enormement a captar similituds i diferències. Recordem que el risc és una contingència a la qual podem estar exposats i que pot produir dany. Com a tal contingència, comporta una incertesa, i el seu coneixement i les mesures preventives que s'adoptin ens poden ajudar a fer-la més improbable. Aquest fet es porta a la pràctica en el procés o en l'enginyeria de lluita contra el risc. Quan aquest procés avança prou solem concloure que estem davant un risc raonablement tolerable. Abans també hem vist que quan una societat moderna qualifica de tolerable el risc associat a una tecnologia o una activitat és perquè ha acceptat el dictamen d'una expertesa normalment multidisciplinària que així ho assegura. També hem vist com la majoria de les àrees de la indústria moderna, incloent-hi les centrals nuclears, compleixen els requisits esmentats que solen estar recollits en lleis i reglaments. El perill, en canvi, és un risc imminent i per tant quelcom molt diferent! L'enginyeria de seguretat utilitza les seves tècniques per eliminar perills i

convertir-los en riscos acceptables. Per descomptat, quan un risc pot ser eliminat hauríem d'aconseguir el nostre propòsit. En molts casos, però, reduir riscos fins a nivells tolerables sol ser suficient. Quan un col·lectiu humà gran capta com a perill allò que els experts qualifiquen de risc raonable, tenim com a societat un problema gran. No n'hi ha prou d'aconseguir que les indústries siguin segures, aquest és un primer pas molt important. Hi ha un segon pas igualment important que és aconseguir que la ciutadania accedeixi a un coneixement suficient de la realitat de la seva seguretat.

El tractament de la por col·lectiva a causa de la consciència social existent avui, també vol accions combinades que necessiten experteses i coordinacions diverses. Comencem per exposar un paral·lisme que considero significatiu. Compararem l'escenari actual amb el de la seguretat en el treball. És fàcil reconèixer que la seguretat en el treball ha avançat molt els darrers 50 anys. En efecte, fa unes dècades la situació en aquest àmbit era precària. La indústria i el món del treball en general, estaven plens de manipulacions temeràries, màquines dissenyades sense tenir en compte les persones que havien d'operar-les, proteccions inexistentes... En qualsevol cas, la situació es va revertir i avui les coses són diferents. Hi ha menys accidents de treball, són menys greus i els dos indicadors corresponents milloren any rere any. Tot plegat ha estat possible gràcies a les actituds positives de les dues parts del diàleg social i a la intervenció professional de tècnics de seguretat, metges del treball i els altres experts ja citats anteriorment. El progrés es va basar en factors tècnics i humans i per descomptat en un esforç important de formació del col·lectiu en matèria de seguretat i de comunicació eficient amb les persones exposades.

En el cas que ens afecta ara, les persones exposades són les que formen el gran col·lectiu ciutadà que experimenta el sentiment de por en qüestió, i els escenaris que van produir el fet van ser sobretot els grans accidents esdevinguts en centrals nuclears. Revertir una situació així és complex, i pot ser-ho més encara quan veiem que ens hi estem posant tard i sense la unitat d'acció desitjada. Repetides vegades he citat que el procés d'anàlisi de la seguretat de les centrals nuclears s'ha dut a terme professionalment, de forma multidisciplinària i amb solvència. Les centrals nuclears són avui raonablement segures, el problema és doncs aconseguir que aquesta solvència sigui percebuda per al col·lectiu afectat. De la mateixa manera, que no seria ètic mantenir funcionant instal·lacions perilloses, tampoc ho seria permetre que la por a quelcom que resulta ser raonablement segur colpeixi un col·lectiu humà. L'assossec de la ciutadania és quelcom molt important! S'hi ha de treballar i, al meu entendre, aquesta és una tasca de govern en què hi ha molta feina! Afortunadament ni estem sols ni comencem de zero. Com a mostra d'aquest punt de partida, a continuació faré algunes consideracions sobre l'expertesa específica necessària per fer front al problema de comunicació.

Igual que hi ha experts en l'anàlisi de risc, també n'hi ha en comunicació del risc. En algun moment s'ha dit que conforme hem anat progressant com a humanitat, ens hem vist obligats a fer-nos amb novetats grans com ara les que són fruit de la complexitat de la vida moderna i les seves tecnologies. Moltes d'aquestes comporten un risc i és de sentit comú assegurar que la ciutadania n'és informada correctament. Un problema addicional molt significatiu és que sovint el primer contacte del ciutadà amb el coneixement d'aquest risc té lloc malauradament arran d'un accident. Aquest és un fet que complica les coses. En la conjuntura postaccident, sobretot si s'han produït danys, la comunicació pública tendirà a ocupar-se sobretot dels aspectes més punyents aleshores i donarà així resposta a la necessitat social del moment. Això voldrà dir parlar sobretot de responsabilitats, d'acompanyament dels afectats i d'avaluació dels perjudicis causats. Per descomptat, en moments com aquest no sembla gens oportú exposar el raonament tècnic que permet qualificar de raonable o no un determinat risc relacionat amb el disseny o l'operació de la instal·lació afectada. El col·lectiu dels professionals de la comunicació és conscient de les dificultats existents al voltant de la comunicació del risc en general i de la difusió d'informació en conjuntures de crisi. Existeix una expertesa específica al voltant d'aquesta mena de comunicació. Realment hi ha especialistes a parlar d'aquest tema al gran públic. És un col·lectiu que comparteix alguns conceptes amb els analistes del risc d'accident. Uns i altres parlem de *coneixement* i *percepció del risc*. Essencialment, però, es tracta d'experts a informar el públic i, per tant, amb capacitat de contribuir a la millora d'aquesta comunicació en circumstàncies conjunturals relacionades amb el risc.

En aquestes condicions, el tractament del sentiment col·lectiu de por a les centrals nuclears, es concretaria en un conjunt de sessions de treball i comunicacions a la ciutadania. Es tractaria de dissenyar una estratègia formativa concreta de país per tal d'establir els continguts a comunicar relatius a aquest camp. L'estratègia hauria d'incloure accions a realitzar en diversos nivells i entorns. Lluitar contra la por d'un col·lectiu és fer-ho amb l'ànim de produir un assossec social ampli. Per descomptat, es tracta d'una iniciativa que es podria integrar en les accions de formació establertes en l'apartat anterior. Portar-ho a la pràctica vol temps i diners. Sovint es deixa per més endavant i s'oblida que la consciència es crea amb coneixement! Estic parlant d'una tasca, al meu entendre, absolutament necessària i urgent.

5.3. Consolidació de l'àmbit de gestió

Pel que fa a l'àmbit de gestió, s'inclouen els apartats «Reflexions sobre aspectes econòmics i de mercat», «Governança de les implantacions» i «Reflexions geopolítiques». La consolidació d'aquest àmbit, igual que l'anterior exigirà la integració d'experts de disciplines diverses per tal de completar l'actual esbós d'estratègia-marc.

5.3.1. El valor de la robustesa

La robustesa és finalment quelcom molt valuós! Sabem que hi ha coses molt urgents a fer! No hi ha marge d'actuació i no tenim una vareta màgica que ens permeti materialitzar demà mateix el que volem oblidant-nos del que tenim avui. La robustesa energètica ens ajuda a resoldre i també a consolidar una plataforma temporal que ens permeti observar i corregir, o fins i tot en alguns casos excepcionals esperar quan sigui recomanable fer-ho. A més a més, ens permet implementar perfeccionaments amb un risc més controlat, mentre detectem la millor continuació del nostre progrés.

Arran de parlar de la reconducció de la utilització de combustibles fòssils, han sorgit ja una part important de les raons que ens aboquen a una reestructuració del sistema energètic basada en la consolidació d'un mix robust. La robustesa del mix és també quelcom valuós conjunturalment a l'hora de mantenir la funcionalitat de la xarxa elèctrica parcialment descentralitzada. També, encara que de forma indirecta sabem que la fortalesa energètica és útil per al progrés energètic i general del Sud Global. Altres raons afloren en la mateixa direcció. El tractament insuficient de les incerteses en l'alternativa vigent constitueix una raó significativa. Al llarg de tot el text hi han anat apareixent diferents incerteses. Hem assenyalat incerteses en paràmetres i situacions tan diverses com els preus dels materials, l'impacte del comportament humà dels actors, el creixement demogràfic a les regions del món, la implementació de reformes... A més, cadascuna de les altres mancances essencials de la solució anomenada vigent, es caracteritza, entre altres coses, per afegir incertesa al problema. Com evolucionarà l'efecte desestabilitzador de la societat competitiva? Quin impacte tindran les actuacions dels països que queden fora dels acords? Com avançarà de forma real l'extinció de l'ús dels combustibles fòssils? S'han de considerar totes les incerteses.

La robustesa esdevé una ajuda ferma per fer front a un nombre gran de les dificultats que poden aparèixer en la transició energètica. És important veure que estem parlant d'una robustesa energètica amb finalitat molt concreta. Es tracta d'una robustesa pensada per donar suport a la lluita contra el canvi climàtic per evitar el col·lapse del planeta! Parlem d'una robustesa compatible amb les accions planificades per al curt termini i també compatible amb el caràcter de sobrietat de la proposta. La robustesa haurà de ser configurada i gestionada d'acord amb el que s'està dient.

5.3.2. Reflexions sobre aspectes econòmics i de mercat

Gairebé sempre que intentem portar a la pràctica un canvi tecnològic que afecta a la ciutadania, es posa en evidència la necessitat de tenir present com reaccionarà.

Sovint ens trobem amb temes dominantment tecnològics en els quals una determinada proposta de millora ens sembla útil, eficaç i necessària, i quan la volem portar a la pràctica l'hem de reajustar substancialment per raons de societat. L'anàlisi dels mecanismes socioeconòmics i de mercat que la puguin afectar s'ha de desenvolupar professionalment i en el moment oportú. Qualsevol iniciativa d'estimular, protegir o ajudar la realització d'una determinada acció hauria de comptar amb la participació d'experts coneixedors dels mecanismes citats. Per això, les reflexions d'aquest àmbit recollides al text o citades a continuació no són conclusives i cal considerar-les com a comentaris útils per a una síntesi posterior. Entre aquestes conclusions, esmento tot seguit alguns aspectes rellevants de la problemàtica d'emissions, del mercat elèctric i de l'emprenedoria del futur energètic.

Quan he parlat de comerç internacional de drets d'emissió, de mecanismes d'aplicació conjunta o de desenvolupament net ho he fet conscient que el tema té connexions que van més enllà de la tecnologia energètica, però que hi ha de ser. El mateix podria dir dels elogis que he fet en algun moment de la filosofia de Kyoto relativa al pagament de la compra de drets d'emissió mitjançant projectes de desenvolupament finançats pel país pagador. Són elogis a una filosofia d'actuació pendent encara de futurs desenvolupaments i ajustos que poden arribar a tenir una complexitat gran.

Del meu diàleg amb els experts d'aquest àmbit en surt una recomanació de cautela. La producció i la distribució d'energia són a les portes de grans canvis i parteixen de situacions diferents segons el país on ens trobem. Només aquesta constatació ja ens obliga a ser prudents en les nostres afirmacions. El bon professional del món energètic en principi sap desenvolupar el seu ofici en qualsevol règim de mercat energètic que compleixi la mínima racionalitat. El correcte tractament de la funcionalitat dels elements tecnològics que entren en joc en l'ofici de qualsevol tècnic sol estar assegurat en tots els casos tant si parlem de mercats liberalitzats com marcs estables o altres fórmules que puguin sorgir. El fet de ser a les portes de gran canvis obliga el professional de l'energia a mostrar una flexibilitat potencial a l'alçada de les circumstàncies.

Els estudiosos de temes d'economia i mercat solen dir com a afirmació de tipus general i conceptual que les emergències no lliquen amb els mercats liberalitzats. Aquesta afirmació combinada amb la magnitud dels canvis esperats ha de reforçar la necessitat de ser flexibles en el futur immediat. L'arrencada de qualsevol innovació però, ha de tenir present l'estructura de mercat actual i obrar en conseqüència. En aquest context sembla correcte que els desenvolupaments actuals en basin també en l'estructura actual de mercat. Quan es parla a mitjà i llarg termini les coses poden ser diferents i ningú s'hauria d'obstinar a mantenir-les tal com estan a tot preu. Els raonaments tècnics poden veure's coaccionats per l'estructura de mercat

i aquest punt ens obliga a demanar flexibilitat per tal que els objectius de la transició mantinguin el seu rang.

En diverses ocasions he considerat la necessitat d'estimular una emprenedoria adient a cada iniciativa en joc. En efecte, per bé que cada país decidirà quines accions es porten a terme per iniciativa pública i quines per privada, sembla indispensable que el redactat de pactes i reglaments tingui present quin desenvolupament s'espera.

Quan hem parlat d'implementació de recursos distribuïts, la gran preocupació és fer viable l'empoderament del ciutadà i això només s'aconseguirà estimulant una emprenedoria de dimensions adequades a la implementació de les solucions. Donar entrada a grans consorcis allunyaria el ciutadà del problema i es perdria una part important de la utilitat de la iniciativa. De manera semblant, una situació diametralment contrària tampoc seria desitjable. Si tota la iniciativa i la inversió recau en el ciutadà, és probable que la implementació d'infraestructura renovable es vegi demorada. En efecte, el ciutadà pot estar sortint d'una crisi severa, pot tenir una davallada de motivació sostenible o altres prioritats.

Recíprocament, s'haurà de trobar la fórmula de gestió i de propietat més adient a la realitat de la producció centralitzada. Aquesta inclouria centrals tèrmiques, nuclears i grans hidroelèctriques. Les tèrmiques tancarien esglaonadament en 30 anys. Les nuclears haurien de quedar al servei de la robustesa, de la transició i de la lluita per a evitar el col·lapse del planeta. Les nuclears haurien d'allargar la seva vida primerament, més tard anar tancant i sempre estar al cas de les necessitats lligades a la fortalesa mundial de l'opció. Les grans hidroelèctriques haurien de consolidar el seu funcionament i mantenir-se. Per a cadascun d'aquests grups de centrals s'hauria de trobar i preveure un tipus específic de gestió i de propietat segons la funció que se'ls demana.

El Sud Global mereix també un comentari en aquest aspecte. Quan hem parlat del Sud Global, hem dit que a més d'infraestructures d'aigua i altres, necessita incentius. Aquest punt és més complex però també s'ha d'aconseguir facilitant que l'emprenedoria pròpia del Sud Global sorgeixi i es desenvolupi a la seva manera.

La futura realitat energètica és tan nova que l'emprenedoria que la farà possible serà probablement també nova.

El conjunt de comentaris recollits en aquesta secció reafirma la necessitat d'incorporar a la gestió de la transició, experts coneixedors dels temes socioeconòmics implicats i consolidar la seva interacció amb els tecnòlegs de l'energia.

5.3.3. Governança de les implantacions

Amb el que s'ha dit fins aquí, s'han fet paleses les dificultats que afloren quan ens plantejem una transició que descarbonitzi la producció energètica i culmini en un tot-renovable tenint en compte el consumisme i el Sud Global. Som davant un problema de difícil solució que París 2015 no resol de forma franca. Per garantir accions urgents contra problemes urgents i respostes sòlides i duradores contra problemes importants, convé pensar la transició energètica com un projecte amb tot el seu contingut executiu. Tant a l'hora d'exposar la proposta com a la de consolidar-la ha sorgit un tema important que podria constituir la tercera esmena a París 2015. Hem parlat i hem establert que les decisions clau que poden garantir l'eficàcia de la lluita contra el canvi climàtic tenen components tecnològics i de gestió. En algun moment he dit que no em semblava malament que fossin els caps de govern els qui prenguessin les grans decisions relatives a la lluita contra el canvi climàtic. Conforme ha anat avançant l'anàlisi i exposició del tema, ha anat aflorant d'una banda la urgència i la criticitat de les accions a prendre i d'altra banda la necessitat d'actuar i fer-ho amb contundència. Amb contundència s'haurien d'assegurar totes i cadascuna de les accions necessàries per aturar el col·lapse del planeta. Això vol dir aturar combustions i reorganitzar el sector energètic en conseqüència amb actuacions en països molt diversos. No és res nou, estem parlant d'un fet que ha estat detectat per actors diversos del tema que tenim entre mans. Estem parlant de la governança de la transició energètica mundial.

També hi ha estudiosos d'aquest àmbit i sembla que se'ls està fent poc cas. Aquests experts ens parlen de la governança de les accions implicades i acaben evidenciant que no es disposa, en el cas de la transició energètica, d'un poder real per vetllar pels compliments en joc. Ho fan amb coneixement i amb experiència. Val la pena deixar-se aconsellar per la seva professionalitat! Parlo d'una professionalitat que ha permès un tractament sistemàtic de la governança i fins i tot una certa especialització en l'àrea d'energia i clima. El discurs d'aquests experts ens ajuda a entendre com els estats, en el tema climàtic, han optat per un model flexible amb els seus avantatges i els seus inconvenients. Entre els primers hi tenim la transparència i el respecte a la sobirania, però entre els darrers hi trobem la lentitud i, per tant, una certa ineficàcia. Els consells rebuts d'aquest col·lectiu d'estudiosos tenen el seu aval i han anat consolidant-se d'acord amb l'anàlisi de situacions del passat en àmbits diversos. Els països que lideren la transició energètica estan utilitzant aquesta estratègia que se'n podria dir perfectament «predicar amb l'exemple». És realment una manera de gestionar la transició global estimulants els altres participants. No podem oblidar, però, la seva lentitud i vulnerabilitat. Actualment, a la transició energètica global, s'està aplicant aquesta estratègia de forma gairebé exclusiva i amb poques opcions de reaccionar en el cas que resulti insuficient.

Els compliments en joc en aquesta transició, recordem-ho, afecten moltes activitats tan energètiques com no-energètiques que avui es realitzen d'una determinada manera. N'hi ha d'influenciades pel mercat, i n'hi ha que depenen del comportament humà. També es parla d'infraestructures noves i es demanen canvis en instal·lacions existents que tenen els seus propietaris, reglaments i estils de gestió. Els estats s'han compromès a les cimeres a optimitzar i activar reglaments a escala local que permetin l'èxit de la transició. Fins i tot hi ha compromisos d'acostar l'usuari, sigui consumidor o productor, a la problemàtica energètica. La gestió de la transició és, doncs, complexa i diversa i hauria de dotar-se de mitjans per fer la seva feina amb garanties tant en l'àmbit d'estat com internacional. En el món dels projectes tecnològics, hi hem apreciat sempre la figura del gestor tècnic i probablement no sabríem treballar sense ell. Estem parlant d'una figura que personifiqui l'esperit i la capacitat resolutives. Internacionalment ens podríem preguntar: on és el gestor de la lluita contra el canvi climàtic? Quin poder real té per activar el compliment dels compromisos dels països? Algú pot dir que no hi ha un gestor únic sinó 191 gestors, un per a cada país signant! Les coses crítiques i urgents tradicionalment avancen quan els gestors tenen les eines per ser eficaços! No he vist mai un negoci o iniciativa amb 191 gerents!

Arran del que s'ha dit, convindrà, doncs, pactar una tercera esmena a l'Acord de París que optimitzi la governança de la gestió de les activitats involucrades i del seu compliment.

5.3.4. Reflexions geopolítiques

La irrupció de consideracions geopolítiques al llarg del text vol un comentari. Algú podria pensar que ens estem complicant la vida involucrant una expertesa que només aflora esporàdicament! Algú podria pensar que la geopolítica fa el seu camí i la transició energètica el seu! No és això. D'una banda, és veritat que moltes de les accions de la transició energètica poden ser tractades localment sense que la geopolítica les afecti, però d'altra banda alguna realització important pot ser totalment invalidada per la irrupció de bloquejos tractables només des de la geopolítica. El tema més rellevant en aquest aspecte és sens dubte l'aturada fòssil i la robustesa de la producció energètica substitutòria. Hi ha un segon tema, que gairebé passa desapercebut però té connexions evidents amb la geopolítica. Es tracta de la gestió de l'escassetat d'alguns materials necessaris. Finalment, només citar que tant la implementació de la sobrietat com les accions de suport al progrés del Sud Global formen també part d'aquest grup de temes relacionats amb la geopolítica. Tots aquests volen una coordinació entre qui els tracta tecnològicament i qui negocia i pacta internacionalment aspectes relacionats.

L'aturada fòssil és un tema dominantment geopolític i clarament prioritari en la transició energètica. Ja hem vist detalls de l'entrellat d'aquest punt. Sense aturada

fòssil no hi ha transició energètica. És primordial, doncs, establir una coordinació entre les accions geopolítiques que han de fer possible l'extinció de l'ús d'aquests combustibles i els preceptes més locals encaminats a l'aturada del seu consum. La robustesa necessària a la producció energètica substitutòria de l'energia fòssil és justament un requisit establert per raons geopolítiques i ha quedat descrit a la proposta. Hem vist que els països convençuts de la descarbonització han de fer un front comú i coordinar-se de manera que la robustesa sigui general i efectiva. Aquests països hauran d'unir esforços per no duplicar tasques i consolidar la robustesa d'una manera eficaç i, per tant, modesta i sòlida. L'ús mesurat de l'energia nuclear, ja ho hem vist també, és una premissa que es basa, en molts casos, en raons geopolítiques. És el moment de recordar que hi ha raons de salut del planeta que ens poden fer perllongar la vida útil d'alguna instal·lació nuclear, sigui una central o una fàbrica de components, més enllà de la data en què, per raons locals podria ser aturada. La robustesa global és complexa i la geopolítica té molt a dir-hi.

La gestió de l'escassetat d'alguns materials necessaris per a components a utilitzar massivament en un futur per realitzacions de la transició energètica reclama un interès especial. Parlo sobretot de materials per a la fabricació de plaques solars, altres convertidors renovables o bateries. Parlo del gal·li, el germani, l'indi, el tel·luri, el liti, el neodimi, el disprosi o de qualsevol component necessari a la indústria associada a la revolució tecnològica que vivim. El tema, citat anteriorment molt de pas, aflora de tant en tant. Alguns el veuen crític, recordem que estem parlant de futurs usos massius, i realment em consta que hi ha estudis que identifiquen detalls útils. S'hi treballa! L'objecte d'esmentar-lo aquí és per recordar que el progrés en la gestió de la seva escassetat és també un tema geopolític. Tant si hem de pactar amb productors d'aquests materials per compartir-los com si hem d'encaminar la recerca cap una alternativa, en el camí hi trobem geopolítica! En el passat hi ha hagut, i encara n'hi ha, hegemonies, i també guerres del petroli! En el passat també hi ha hagut pactes aparentment comercials i autènticament pacificadors! El progrés de la humanitat ens hauria permetre evitar qualsevol efecte negatiu de noves escassetats que puguin esdevenir crítiques.

La implementació de la sobrietat i les accions de suport al progrés del Sud Global han estat exposades i consolidades. La gran majoria d'accions d'aquests capítols posen en joc relacions entre països i entren de ple en l'àmbit de la geopolítica.

Els Estats Units, Rússia, la Xina i Europa, tenen una rellevància especial a la transició, cadascú ha de complir el seu rol! Aquests actors tenen la clau de l'èxit de la transició energètica que no pot reeixir sinó comptem amb el suport explícit de tots i cadascun! No n'hi ha prou de signar acords globals, són actors que han de col·laborar molt intensament per garantir l'èxit de la transició.

Rússia i els Estats Units són potències mundials i entenem que volen seguir-ho sent! Les seves hegemonies respectives tenen molt present i utilitzen l'explotació de recursos fòssils mundials. Hi ha postures diverses que neguen la connexió entre el problema de les hegemonies mundials i la transició energètica. En comentem dues una mica extremes. A cops trobem qui diu que, utilitzant el discurs propi de la lluita contra el canvi climàtic s'ha de convèncer les potències perquè renunciïn a les seves hegemonies. En altres ocasions trobem qui diu que *hegemonia* i *transició* han de ser tractades separatament. Totes dues són prou enganyoses! La primera sembla ingènua i la segona sembla treure's de sobre el problema sense resoldre'l. Totes dues comporten un gran risc per a l'èxit de la transició. En efecte, seguint-ne qualsevol, podríem haver desenvolupat una transició localment avançada i trobar-nos en un retrocés climàtic mundial fruit de causes que no haurien estat mai damunt la nostra taula de diàleg. Crec que la solució és aconseguir que Rússia i els Estats Units assumeixin un rol preponderant a la cimera climàtica i trobin una manera d'evitar que les seves polítiques hegemòniques bloquegin l'avanç de la transició energètica.

Els Estats Units ha insistit molt en el *My country first* sobretot durant el mandat del seu anterior president. Molts coincideixen a senyalar una reiteració desmesurada del que abans hem citat com a línia vermella. L'exemple donat des del vèrtex d'aquell país ha tingut un impacte, de ben segur negatiu, sobre altres països i caps de govern. Addicionalment, Rússia també mostra altres aspectes altament relacionats amb la transició energètica, com ara una gran capacitat exportadora de gas! També en aquest cas el fet i l'exemple són preocupants.

La Xina ha fet un canvi espectacular els darrers 30 anys! Avui té grans contrastos, a l'extrem que alguna de les seves regions és considerada encara part del Sud Global. Aquest fet porta la Xina a defensar el seu dret a desenvolupar-se i, per tant, a fer servir combustibles fòssils encara durant un temps. Els seus compromisos amb la transició energètica es pacten d'una altra manera. El seu rol és també determinant novament tant pel fet com per l'exemple. L'exemple xinès hauria de concretar-se, d'una banda a predir correctament els consums futurs i els temps necessaris per al seu desenvolupament; i de l'altra, en el compliment posterior de les seves fites de reducció i extinció fòssil segons programa.

Europa té, com a punts forts, el seu desenvolupament social i també la seva tecnologia. Aquests ens haurien de permetre escampar assossec i guanyar terreny en l'àmbit de la confiança mútua entre els pobles del planeta. En ocasió de la reducció de l'ús dels combustibles fòssils, ja hem dit quines eren les circumstàncies europees més rellevants en l'escenari en què estem. Pel que fa als fòssils, Europa gairebé no té petroli, té una quantitat de gas limitada i ha manifestat la seva voluntat d'anar aturant l'ús del carbó. Europa té també una capacitat tecnològica, un nivell

de desenvolupament i una consciència planetària que li hauria de permetre assolir una sostenibilitat considerable en un temps raonable.

Si Europa lidera una transició energètica modèlica en els sentits que apuntem, serà tinguda en compte com a exemple a seguir. Europa pot esdevenir el soci ideal per a molts països del món que desitgin avançar cap a un futur verd, descarbonitzat i també vigorós. *Tenir vigor* en aquest cas vol dir fer servir raonablement les centrals nuclears i no escatimar l'energia que necessiten els desenvolupaments crucials, sobretot els del Sud Global, fins i tot en moments d'estalvi generalitzat i de reconversió descarbonitzadora. Europa hauria d'enfortir les seves conviccions constitutives i utilitzar més que mai un discurs i un exemple de respecte al planeta i lideratge en la reconducció de la transició energètica.

La garantia d'èxit dels estudis energètics demana una mínima coordinació entre les accions de la transició i els actors dels grans pactes de política internacional. S'hauria d'aconseguir que aquests potenciessin inequívocament els objectius climàtics i energètics. També hauríem de garantir que les necessitats generals amb un impacte en la transició energètica local, com ara l'esmentada robustesa d'enginyeria, es formulin de forma professional, entenedora i coherent. En aquestes condicions entenc que s'hauria de progressar en la integració d'experts en geopolítica en els grups d'estudiosos de la transició. Es tracta d'aconseguir un nivell d'integració adequat a la funció que se'ls encomana. Ja he dit que moltes accions de la transició poden dur-se a terme amb criteris locals, però algunes, com ara les citades, necessiten la proximitat de l'expert en geopolítica

5.4. Recapitulant la proposta

La proposta de transició energètica presentada confirma els seus dos objectius ecològics identificats com a fonamentals: evitar el col·lapse del planeta i assolir una producció 100% renovable. Proposa una primera esmena a l'Acord de París 2015 que és separar en dues fases les accions relatives de la transició energètica. Les fases es diran «Descarbonització» i «Culminació del Tot-Renovable».

La «Descarbonització» tindrà l'objectiu de prescindir de les combustions fòssils per evitar el col·lapse del planeta i es farà utilitzant totes les fonts d'energia descarbonitzada sobretot renovables i nuclears. És una activitat crítica i urgent que vol una devoció específica. Es durà a terme mitjançant una segona esmena a l'acord del 2015 relativa a la fortalesa o robustesa de la producció energètica descarbonitzada. La redacció d'aquesta esmena proposa assolir la citada robustesa i utilitzar-la per tal d'aconseguir dues fites rellevants, que són: facilitar l'adhesió d'un nombre gran de països a la descarbonització i propiciar el pacte amb els productors de combustible.

És una esmena, ja ho hem vist, amb un alt component geopolític i, enormement transcendent per a l'èxit de la transició. L'esmena ha de ser explícita a l'hora de sol·licitar ús de l'energia nuclear allà on necessiti i de la forma mesurada que s'ha establert. La fase de descarbonització mostra la necessitat d'abordar el tema amb criteris de gestió tecnològica.

La «Culminació» consistirà a completar la transició cap a un 100% d'energies renovables i es durà a terme aprofitant l'alta penetració d'aquestes implementada prèviament per tal de completar el tot-renovable en un temps curt a continuació. És una fase vinculada a la transformació social actual fruit dels avanços de noves tecnologies i haurà d'assolir-se assegurant una harmonia intrínseca entre la nova manera de produir energia i el nou dia-a-dia social sostenible. El tancament de les centrals nuclears es decidirà conforme vagin deixant de ser necessàries per assolir els objectius traçats.

La proposta fa un tractament particular dels àmbits de sobrietat i del Sud Global centrat a posar en evidència la seva connexió amb la transició energètica. En aquest sentit, l'estudi obre el debat i suggereix continguts i lideratges. També proposa aprofitar tant la revolució tecnològica actual com el nou paradigma energètic, com a punts forts a utilitzar en la implementació de futurs acords de sobrietat. El tema de la creació d'assessories energètiques per al Sud Global és potser l'únic per al qual es demana arribar una mica més lluny. S'hauria d'establir com aquestes poden portar a terme la seva col·laboració aprofitant l'impuls proporcionat per París 2015.

El tractament del sentiment col·lectiu de por a les centrals nuclears és considerat com a indispensable per a la proposta. Consistiria en el disseny d'una estratègia formativa de país per tal d'establir els continguts a comunicar relatius a aquest camp. L'estratègia hauria d'incloure accions a realitzar per revertir la situació de por i assolir un assossec social ampli comptant amb experts de la física o enginyeria, de la pedagogia i de la comunicació de masses. La ja citada segona esmena hauria de donar entrada a l'acció en qüestió.

Finalment, la proposta dona resposta a una inquietud relativa a la governança del projecte internacional. Així aflora la tercera esmena a París 2015 que establirà un organisme administratiu amb capacitats resolutives que faciliti el control i l'activació de la realització de les tasques relatives a la lluita contra el canvi climàtic. L'organisme podria ser de nova creació o s'hi podria arribar tot dotant algun ens existent de les capacitats necessàries.

Pensaments finals

6.1. Inquietuds

El contingut d'aquesta secció que anomeno «Inquietuds» no forma part de l'argumentació de la proposta, però dona resposta a qüestions que amb relativa freqüència afloren a la tertúlia energètica. Els científics som humans i el nostre humanisme, a cops, passa desapercebut justament per la nostra voluntat de raonar amb asèpsia i d'allunyar-nos de postures partidistes. Com a humans, ens dol que no se'ns escolti, que se'ns encaselli de forma equívoca o veure com s'ignora sovint el nostre vessant socioconscient.

6.1.1. Formació i debat

Hi ha dues coses de caire humà que m'inquieten autènticament en aquest afer de transició energètica. Una és la manca de sensibilitat general a la necessitat de formació en matèria energètica; l'altra rau en unes intencions manifestes, potser no tan generalitzades, de preconitzar debats sense haver subministrat formació prèvia al ciutadà.

La pedagogia moderna sempre és respectuosa amb el destinatari de l'acció formativa. Si no fos així, ja no seria pedagogia! Es tracta de quelcom absolutament llunyà a l'adoctrinament. He constatat que sovint aquell que et dedica una hora d'atenció i de diàleg, i treballa una mica amb tu, potser no acaba donant-te la raó en tot, però sí que t'acaba dient: «ens entendrem». Normalment et rebutja aquell que només et dedica 30 segons, que potser no són ni 30. Potser et dedica només 30 segons perquè sap que si te'n dediqués més, entraria en controvèrsies internes. Aquest llibre és fruit d'haver dedicat temps, bastant temps, a escoltar persones diverses amb pensaments diversos i després haver intentat una síntesi.

Sempre he estat disposat a col·laborar en alguna tasca com ara la que he detallat una mica més anteriorment. Tan gran ha estat i és el meu convenciment que el coneixement produeix consciència que, la necessitat de donar formació a la ciu-

tadania havia estat, en algun període de la meua vida, l'única reivindicació lligada a l'àmbit energètic! Avui reivindico més coses, aquest llibre n'és la prova i encara considero indispensable portar a terme accions formatives com les comentades. Repetides vegades he intentat convèncer que valia la pena fer-ho a casa nostra. Les respostes obtingudes han estat molt tímides.

El segon punt d'inquietud, en certa manera conseqüència de l'anterior, és el fet de trobar-me bastant sovint amb qui preconitza un debat energètic sense les mínimes garanties d'haver subministrat al ciutadà i als participants una formació prèvia suficient per avançar. Sovint debatem, i ho fem en entorns diversos, a cops al grup de treball entre tècnics de la mateixa especialitat, a cops en entorns multidisciplinaris i a cops amb ideòlegs. Normalment s'intenten crear les condicions objectives perquè el debat permeti intercanviar i avançar i crec que, en aquests entorns reduïts, moltes vegades s'aconsegueix.

En altres entorns de debat, sobretot en els que combinen ciència i ideologia, val la pena entretenir-se a comentar breument el que en podríem dir l'ús d'imprecisions que algun cop arriben a ser autèntiques fal·làcies. Crec que és important dedicar-hi una reflexió, sobretot perquè les he vistes d'àmbits i de signes molt diferents. Quan una afirmació significativa és utilitzada per un participant per decantar un debat a favor de les seves tesis, hauria de ser una asseveració prèviament i clarament acceptada pels participants, no sempre és així, a cops es pot tractar de quelcom poc contrastat o absolutament no-contrastat. Quina sol ser la dinàmica interpersonal subsegüent? Sovint segueix una mateixa pauta, el participant perjudicat es veu obligat a dedicar part del seu temps a denunciar el fet i fins tot a intentar aclarir-lo. És un fet que desfavoreix el perjudicat, rebaixa la qualitat del debat i algun cop consolida autèntiques fal·làcies. Quan posem ideòlegs i científics en un sol debat, estem obligats a conduir-ne correctament la convivència. Rebutjo frontalment encetar debats que no compleixin els mínims establerts. Fer un debat sense aquests mínims ens portaria a equidistàncies i retrocessos notables.

6.1.2. Avanços científics i tecnològics

La singularitat i la rellevància de l'espècie humana al planeta em fa senyalar el nostre interès com a espècie per entendre i modificar assenyadament la nostra relació amb l'univers: som protagonistes de l'aventura planetària, en el que té de fascinant i en el que té de conjectura responsable! Per bé que hi ha més coses que ens defineixen com a humans, sense aquest interès per entendre allò que es deixa entendre, potser deixariem de ser-ho. La humanitat sempre ha estat necessitada de motius que dinamitzin, belluguin i financin la recerca científica. La ciència i la tecnologia són enormement humanes tota vegada que responen a la inquietud d'analitzar, entendre i intentar acomodar l'interès general.

Els reactors nuclears són un producte més d'aquest progrés humà com en el seu dia ho van ser l'agricultura o els metalls! Tots aquests productes existeixen gràcies a raons diverses. Deixeu que en citi un parell. Primerament hi ha hagut algú, amb esperit observador i de progrés, que s'ha proposat produir quelcom nou i enginyós que esdevingui útil per avançar. L'observació, la voluntat de progrés i el sentit humà són el fonament de la ciència. En segon lloc, algú altre ha confiat en l'observador enginyós i ha materialitzat o ha fet possible la realització de la proposta. Això vol dir, ha dinamitzat, bellugat i finançat la consecució pràctica del suggeriment.

Els científics som inquiets i humans. La nostra inquietud, juntament amb altres qualitats d'altres col·lectius, ha portat la humanitat fins els nostres dies amb els nostres progressos. Quan un tema que ens afecta a tots vol molta ciència, crec que mereix també molta atenció als científics que l'han desenvolupat i el mantenen al dia. Només quan l'atenció del ciutadà es mostra exquisida amb els desenvolupaments científics, s'arriba a copsar i fer pública la seva dimensió més humana. Humans són els científics de l'àrea de la tecnologia nuclear que he conegut i n'he conegut un nombre important! Una gran majoria d'ells ens diu que les centrals nuclears són oportunes i raonablement segures. Una gran majoria pot lluir consciència social i respecte al futur del planeta. Una gran majoria no accepta el poc cas que els poders públics i els grups ideològics en general fan als discursos dels científics en l'àmbit que estem.

La socioconsciència del científic de l'àrea de la tecnologia nuclear ve de lluny i l'afirmació es basa sobretot en el testimoni dels que hi han participat durant llarg temps i també en el caràcter dels temes que han estat objecte de recerca. He conegut ambients científics diversos en països diversos gairebé sempre en accions de recerca en cooperació. Sempre he trobat col·lectius motivats a dur a terme la feina de recerca conduïts per un sentiment de produir seguretat i durabilitat.

Als anys setanta del segle passat ja havíem treballat en combustibles nuclears avançats i en reactors de sals foses. Els primers dispersaven els òxids d'urani o de tori, incloïen una barrera addicional de seguretat donant-li forma de petita esfera, i constituïen un combustible nuclear difícilment vulnerable. Se li va arribar assignar el nom de «combustible naturalment segur». Els reactors de sals foses d'urani mostren una capacitat sobrada de fer front a hipotètiques fuites.

Als vuitanta, la recerca se centra en temes molt pròxims a l'operació de les centrals existents. És l'hora de grans desenvolupaments científics en l'àrea de l'anàlisi dinàmica de comportament de sistemes, tant en l'aspecte de simulació com en l'experimentació física. La iniciativa és enormement profitosa. M'agrada destacar d'aquella època el projecte experimental LOFT i la implementació de procediments d'operació en emergència orientats a símptomes.

Als noranta va venir la recerca en matèria de refrigeració passiva. Ja he dit alguna cosa sobre els reactors amb sistemes de seguretat passiva que no necessiten ni subministrament elèctric ni accions humanes per seguir refrigerant-se després de l'aturada o en escenaris accidentals. La investigació havia permès un pas de gegant en seguretat per als reactors de nova construcció i algunes solucions més modestes per als existents.

Als 2000 s'encetà el tema de la Generació IV. Es tracta d'una recerca encara en curs. Inclou 6 dissenys, tres dels quals són reactors ràpids o recicladors de combustible usat. Aquests recicladors no solament han de crear plutoni, que també és combustible, sinó que transmutaran una part important dels productes presents en el combustible usat a les centrals actuals per reduir-ne la radioactivitat.

Aquest repàs telegràfic de la recerca en l'àmbit de la tecnologia de la producció nuclear té l'únic objectiu de documentar la frustració d'un col·lectiu científic honest i socioconscient que pot considerar-se en general mal valorat per l'opinió pública. Molt sovint, potser massa sovint, polítics i persones amb interessos comercials en el camp de l'energia aconsegueixen l'oportunitat de parlar del tema energètic. Molt sovint també, i potser paradoxalment, es fa callar el científic que ha investigat sobre la seguretat o la durabilitat de centrals nuclears amb l'excusa que parla de manera confusa o que treu les coses de context. Igual que els experts en epidèmies i immunologia necessiten la confiança dels ciutadans i del seus dirigents, els científics de les tecnologies energètiques i nuclears hauríem de poder treballar com a tots els científics ens sol agradar. Això és, amb asèpsia i lliures d'interessos comercials o partidistes. Explicant els continguts essencials dels temes en joc i tenint l'oportunitat de destacar, a cada pas, el caràcter humanista de la recerca que tenim entre mans.

6.1.3. Intercanviar i comunicar-se

Escriure i llegir són activitats fonamentals que permeten posar a prova el pensament d'un mateix i el dels altres. Tant les opinions diverses com sobretot els raonaments dels qui les defensen són normalment més ben gestionats quan els veiem escrits. L'escriptura ens ajuda indirectament a localitzar les nostres febleses i no aturar el procés de llimar-les i explicar-les fins que la relectura ens ho recomana. Pel que fa a la lectura, cada lector pot triar-ne el ritme al seu gust, repetir els trams dubtosos o intercalar una altra activitat que puguem considerar necessària per a l'enteniment general del tema.

He llegit un nombre important de llibres relacionats amb la transició energètica i temes socials afins, m'agrada recomanar-ne dos especialment, que són: *El col·lapse és evitable* (Ramon Sans i Elisa Pulla) i *La energía nuclear salvará el mundo* (Alfredo García).

El col·lapse és evitable té com a subtítol *La transició energètica del segle XXI (TE21)* i enfoca seriosament l'energia del futur. Parla d'un futur 100% renovable que comporta canvis substancials en la manera d'entendre la problemàtica energètica i la pròpia vida avui.

L'autor dedica una bona part del llibre a exposar per a les diverses fonts d'energia, els camins i les transformacions que pateixen aquestes des de l'origen en la seva extracció o captació fins que es fan servir. Això li permet caracteritzar la sostenibilitat de les fonts d'energia renovables i descobrir una conformació raonable de la infraestructura energètica del futur sostenible. És pulcre i sòlid quan ens mostra xifres sobre balanços i rendiments, així com quan tracta els usos diversos de l'energia.

Entra en el que anomena transició energètica del segle XXI. Ens parla de l'escenari social en què aquesta transició energètica ha de tenir lloc segons la seva proposta i aporta una visió resumida dels recursos energètics existents. L'escenari social es configura de forma anticonsumista, considerant el benestar com a clarament diferent de l'acumulació de béns. Parla de la tercera revolució industrial com a moviment que ens porta a «quelcom desconegut fins ara» i que tindrà lloc en la transició proposada.

Proposa l'aturada de centrals fòssils i nuclears de forma lineal des de l'inici de la transició fins al 2050. Calcula la substitució per producció renovable. Els càlculs mostrats semblen acurats en l'avinentesa que toquen aspectes com ara potències i superfícies necessàries per a la seva implementació i inversions necessàries. Fins i tot en aquest darrer punt arriba a analitzar com l'estalvi aconseguit per la progressiva reducció de la factura dels fòssils pot fer viable, els anys de transició, la inversió en la nova infraestructura renovable.

Aquests són els trets essencials del llibre i mereixen tot el meu elogi! Coincideixo amb els autors en una part molt important del que han escrit. Discrepo en alguns aspectes, sobretot del meu camp d'expertesa. El lector sabrà identificar-los. Prefereixo emfatitzar la meva aprovació del nucli primordial que no pas magnificar les discrepàncies.

La energía nuclear salvará el mundo sembla radicalment diferent de l'anterior. El seu autor aconsegueix presentar, en un llenguatge clar, les grans qüestions sobre el moment energètic i particularment sobre les controvèrsies que envolten l'energia nuclear. És enormement concís i no defuig cap tema dels que apareixen al debat més actual.

Considero espectacular l'habilitat que mostra l'autor a l'hora de trossejar cada realitat preocupant, com ara els accidents històrics en centrals, i abordar, un per un, cada aspecte que pot inquietar el lector tot mantenint l'interès i el fil conductor. Llegint el llibre sempre saps on ets, i això és d'agrair. Sovint talla el ritme del relat, intercala alguna vivència personal breu o notícia de premsa controvertida i resol la polèmica amb una petita explicació.

Preconitza l'aliança de renovables i nuclears per salvar la situació planetària que viu la humanitat avui arran de l'escalfament global. Destaca la utilitat de poder fer seguiment de càrrega per part de les nuclears com a capacitat més rellevant que justifica l'aliança. Emfatitza amb un aire sempre positiu fer front comú per superar el tràngol actual. S'atreveix a parlar d'innovació, de reactors del futur i fins i tot de fusió nuclear.

Coincideixo amb ell en un grapat de coses, en discrepo en d'altres, però molt poques i, com a professor de tecnologia nuclear que soc, he quedat vivament impressionat per la seva frescor i desimboltura expositiva en temes com els que aborda.

Un cop llegits aquests dos llibres, m'agrada concloure que són altament compatibles! El col·lapse és evitable, i s'evitarà gràcies al fet que, el camí traçat en el llibre que porta aquest nom es consolidarà amb una contribució de l'energia nuclear que salvarà el món. Assolit el primer objectiu, aconseguida la descarbonització de la vida del planeta, la humanitat culminarà la consolidació d'un demà 100% renovable. La síntesi del nuclis primordials de cadascun d'aquests dos llibres és per a mi quelcom viable i pròxim. Aquesta afirmació és novament una crida a la necessitat de superar dinàmiques socials que solem anomenar «de bons i dolents» i que sovint dificulten l'entesa entre persones. Si ens quedem en el títol o en la portada dels llibres en qüestió, podríem concloure falsament que són irreconciliables o que l'un o l'altre és fal·laç! Si, en canvi, els llegim en detall, intentant seguir els raonaments que ens presenten, ens costarà poc entendre de quina manera podem posar les nuclears al servei d'un demà 100% renovable. Quan llegim en detall aconseguim visions completes dels problemes i fugim de les dinàmiques de bons i dolents. La ciència ha estat i ha de seguir sent una ajuda solvent per superar aquests tipus d'enfrontament.

6.1.4. Lector, tu vals molt! Tu faràs allò que jo no he pogut fer!

Ja fa més d'un centenar de pàgines que tu vas llegint i jo parlant! Això vol dir raonant junts i a vegades desvetllant alguna cosa que sorprèn. Hem intentat concloure, entre altres resultats, que les centrals nuclears no són per sempre, són extremament útils en el present i a mitjà termini, són segures i tenen el problema dels residus tècnicament ben encarat! Si hem dit que les centrals nuclears no són per sempre és perquè el principi que utilitzen no és renovable. «Cremen» urani, tori o alguna altra

espècie nuclear que són substàncies o materials avui relativament abundants i barats però que a la llarga acabaran esgotant-se. Hem dit que són extremament útils en el present i en a mitjà termini, perquè, com a font d'energia descarbonitzada, poden donar un cop de mà positivament contundent i tal vegada únic, al problema urgent d'evitar el col·lapse del planeta. També hem dit que són raonablement segures per convenciments personals meus i perquè així m'ho corroboren altres professionals de la seguretat nuclear que he conegut al llarg de la meua vida. Finalment, quan hem dit que tenen el problema dels residus tècnicament ben encarat, ha estat tenint en ment els plans inicials d'aquesta tecnologia que considero científicament vigents malgrat que estan prohibits per les legislacions dels països de l'àrea d'influència dels Estats Units. Com és que costa tant que es prengui en consideració l'estratègia que estem configurant? Per què costa tant ser escoltat?

La primera resposta podria ser: és potser perquè el ciutadà no ha tingut accés al coneixement bàsic dels avantatges, inconvenients i riscos de la tecnologia nuclear. Si l'estratègia proposada compta amb l'energia nuclear, encara que sigui pensada com a mitjà per fer possible el demà ecològic, qui no coneix aquesta energia, d'entrada dubta. Elaborant-ho més, si ningú li dona informació suficient no s'hi fica. A ningú li agrada comptar amb el que és desconegut. Quan raonem una mica més i pensem que tal vegada pot ser veritat, que l'estratègia proposada tingui més garanties d'èxit que altres estratègies, és el moment de fer quelcom, com ara lluitar perquè els poders públics formin el ciutadà en matèria d'aquesta tecnologia. De fet, ja n'he parlat prèviament en diverses ocasions. Fa temps que ho demano, demanem-ho una vegada més. No permetem que les decisions es prenguin sense coneixement.

Intenteu anar una mica més lluny com a lectors i com a ciutadans inquiets que sou! Els que diem que s'ha de donar formació al ciutadà, fa 40 anys que ho demanem i ens sembla molt just i democràtic fer-ho. La resposta, a cops és un *no* matisat, i a cops un *no* sec, però en general és *no*. Què es pot fer per anar més lluny? Intenteu reflexionar sobre una altra pregunta del mateix àmbit: Qui treu profit de la feble formació del ciutadà en aquesta qüestió? Demano al lector i també a l'expert en l'anàlisi de les relacions de poder a la societat que faci l'esforç de contestar-la amb la solvència que li permeti la seva capacitat d'anàlisi i el seu coneixement. Aquestes no són preguntes ni per a un expert en sostenibilitat energètica ni en tecnologia nuclear ni per a un professor d'una universitat tecnològica.

Una feble formació del ciutadà en matèria energètica el porta a postures contràries al que ell desconeix. Si el ciutadà s'indigna contra les centrals nuclears probablement deixa d'indignar-se contra altres fets, grups i persones que potser li fan més mal i que desitgen aquesta distracció. Benvingut si algun expert acaba identificant la raó per la qual no se'ns escolta. La veritat és que la raó última no és tan important

com el fet. Massa sovint ens trobem descartats d'entrada per raons refutades en aquest mateix text.

El rebuig dol més quan valorem el caràcter i la finalitat dels usos preconitzats. La proposta meua parla sempre d'un ús de les nuclears limitat en el temps fins a encarrilar correctament problemes tan evidents com la lluita contra el canvi climàtic i el retard del Sud Global. La proposta fa seves i dona suport a les iniciatives d'una transició energètica en curs que no es donarà per bona fins que no assolim el tot-renovable.

6.2. Transició Energètica Robusta

6.2.1. Estratègia-marc

Hem arribat a un concepte destacable, en podríem dir *Transició Energètica Robusta*. El concepte ha estat caracteritzat com el que en podríem dir una estratègia-marc i, com a tal, estableix el marc en què penso que s'ha d'anar trobant el camí de la sostenibilitat energètica. És una postura eclèctica que neix tot tractant allò que és urgent com a urgent i allò que és important com a important!

Aquesta Transició Energètica Robusta no es defineix com a postura pronuclear perquè el seu objectiu és sobretot d'equitat i sostenibilitat. Reconeix que les centrals nuclears comporten un risc, però accepta la gestió que se'n fa actualment a Occident. Accepta també els processos de millora contínua que es realitzen per part dels organismes reguladors, de la ciència i d'enginyeries i operadors. Avalua també qualitativament el risc del col·lapse del planeta originat per la presència de CO₂ a l'atmosfera. Finalment, comparant aquests dos riscos, opta per un ús limitat en l'espai i el temps de l'energia nuclear. Explícitament diu que l'energia nuclear no és per a sempre però serà enormement útil els pròxims anys. Nuclears i renovables són els eixos principals d'una estratègia que necessita diversitat. Les nuclears no són el futur però formen part del camí que hi porta. Un dels seus arguments a favor més rellevants és constituir-se com a trumfo i eina per dissuadir els productors de combustibles fòssils. El fòssil ha de deixar de ser el motor de l'economia mundial. Només si els combustibles fòssils passen a no ser indispensables en un temps raonablement curt, la negociació sobre la seva reducció pot tenir èxit.

L'estratègia no oblida el que és important, i per tant preconitza i potencia dos punts essencials: les energies renovables i el desenvolupament global equitatiu. La penetració de les energies renovables ha de ser contundent i realista i per tant harmònica amb l'avanç de la revolució tecnològica i social que estem encetant.

La Transició Energètica Robusta ens recorda la connexió entre política energètica i geopolítica. L'aturada fòssil, la robustesa de la producció substitutòria i la gestió

de l'escassetat d'alguns materials necessaris són temes altament relacionats amb geopolítica. Hem vist que, segons el que fem localment en energia, podem estar influïnt en les condicions de contorn de les hegemonies mundials.

L'estratègia és respectuosa amb moltes coses i intenta sumar. Dona suport clarament a l'essència del que es va acordar a París i sols demana algun afegit com ara la fortalesa de la producció energètica mentre duri el procés de descarbonització. L'estratègia no oblidia les dificultats relacionades amb la informació, el coneixement i el consens. No n'hi ha prou de posar la informació a l'abast de qui ens governa, convé consolidar el coneixement de problemes i solucions i assolir consensos amplis.

La racionalització i la sobrietat energètiques són crucials i, per tant, irrenunciabls. Però no n'hi ha prou de parlar d'energia, s'ha d'involucrar la població de tot el planeta i en els seus àmbits domèstic, industrial i de transport. La clau de la sostenibilitat energètica és en la sobrietat global universal!

6.2.2. Què demanem al govern d'Espanya?

Demano al govern d'Espanya que accepti les directrius de la proposta i ho faig aplaudint prèviament totes aquelles reformes que considero ja encetades de forma coincident amb el meu criteri i que, per tant, considero correctes. Vull emfatitzar que quan hem parlat d'implementar una infraestructura de producció energètica sostenible estem en línia amb les realitzacions corresponents. Promocionar l'ús de les energies renovables amb contundència, establir comunitats energètiques o descentralitzar la producció i estimular la profusió de recursos distribuïts són tasques i activitats en les quals la proposta està en bona conjunció amb les realitzacions actualment encetades.

L'energia necessita consens, no en va estem intentant fer modificacions a 30 anys vista que haurien de ser harmòniques amb prediccions solvents i amb els compromisos necessaris per tal de garantir els complimentes corresponents. Entenc que el govern hauria de pactar les grans directrius de la seva política energètica amb l'oposició i amb un ampli ventall de representants de l'arc parlamentari. Solament així, el contingut dels compromisos adquirits i l'adequació de les tasques a realitzar podran mostrar la mateixa sostenibilitat que desitgem com a ciutadans per al nostre futur. Igualment, el govern hauria de demostrar la seva futura capacitat d'adaptació a les novetats que de ben segur sorgiran en una transició llarga i complexa com la que tenim entre mans.

Demano al govern que canviï d'actitud, superi la línia vermella «Nuclear, no» i tracti les centrals nuclears tal com les considera la proposta. Això vol dir, considerar-les com a mitjans de producció centralitzada, que no són per sempre, que un dia s'aturaran, però que els propers 30 anys són indispensables per

ajudar les renovables en la descarbonització real i efectiva, i per tant per evitar el col·lapse del planeta i complir el primer dels objectius ecològics de la proposta! En conseqüència, el govern hauria de prendre les accions que fessin possible aquesta utilització modesta però assenyada de l'energia nuclear. L'acció més urgent d'aquesta iniciativa és allargar la vida de les centrals nuclears espanyoles existents amb totes les condicions de seguretat. No és res excepcional, ja hem dit que centrals amb dissenys idèntics als de les espanyoles han perllongat als Estats Units la seva utilització fins a 60 anys de vida útil. Aquest allargament en el cas espanyol podria ser d'entre 20 o 30 anys. La decisió de començar a aturar-les s'hauria de prendre quan tinguéssim prou evidències pràctiques i reals que el tot-renovable és un fet. Mai abans! Altres decisions, potser menys crítiques, s'haurien de prendre també per contribuir a la fortalesa que necessita la indústria nuclear en el context mundial. Entre aquestes hi trobem mantenir les organitzacions d'enginyeria i fabricació de components, pensar en el reciclat de combustible usat i en general escoltar més els col·lectius experts en tecnologia nuclear.

Demano al govern que tingui molt més present el caràcter mundial del problema! Hi ha un negacionisme i unes hegemonies basades en la propietat de les reserves fòssils. Aquests dos fets, que a més a més, estan emparentats, condicionen les polítiques d'energia de tots els països del món. No n'hi ha prou de fer una transició energètica en funció de la demanda interna de país, convé incidir en les cimeres mundials per tal de ser eficaços pensant en el planeta sencer. Les opcions poden ser diverses i aquesta proposta parla d'una alternativa que demana diplomàcia i fortalesa en l'àmbit de l'enginyeria energètica. El govern espanyol hauria de superar la línia vermella *My country first* i prendre's seriosament que la fortalesa mundial de la producció descarbonitzada només s'aconseguirà si els països industrialitzats mantenen el vigor necessari.

També demano al govern que doni la paraula als representants de l'economia ecològica, se'ls escolti i trobi una manera de fer un pas seriós endavant en la consideració dels seus continguts relatius a la reducció del consumisme.

Demano al govern que impulsi la formació del ciutadà en matèria energètica. Aquest és un punt fonamental i així ho he dit més d'una vegada. Fer front al desassossec del ciutadà és per a mi una tasca de govern. No n'hi ha prou de facilitar les exposicions ideològiques relatives al fet, convé una formació específica dedicada als col·lectius clau del problema i a la ciutadania completa segons els plans raonats a la proposta. Solament portant a terme una formació que cobreixi aquests punts, la confiança en els científics del món de l'energia podrà esdevenir realment un fet. A partir d'aquí podem pensar en l'acceptació social de les solu-

cions proposades, l'increment de la maduresa de la societat i la seva capacitat de produir un veredicté públic en temes tan controvertits com l'energia.

Finalment, i com a conseqüència de la meua estima i el meu mirament per la sintonia que els ideòlegs tenen amb el poble, voldria del govern que re-sintonitzés amb la ciutadania i fes un esforç per captar el que implícitament ens demana. Al meu entendre, la ciutadania vol un camí sense sorpreses desagradables. Ens demana marge! La societat vol una transició energètica robusta i fiable. El govern ho hauria d'interpretar, hauria de deixar de parlar de les excel·lències del demà i prendre les mesures necessàries avui per materialitzar un itinerari segur que ens hi porti amb garanties.

6.2.3. Què demanem al col·lectiu gestor de l'opció vigent?

Qui forma aquest col·lectiu? Estic parlant de tots aquells que dediquen un esforç professional o de suport a la implementació real d'una infraestructura de producció energètica sostenible.

Demano al col·lectiu en qüestió que perseveri en les seves tasques de disseny, instal·lació i promoció de les energies renovables amb dedicació i empenta, i que continuï posant el seu enginy al servei de facilitar la creació de comunitats energètiques o d'estimular la implementació de recursos distribuïts. Es tracta d'un col·lectiu implicat en treball, en debat, i en negociacions que han de fer possible un progrés net cap a la sostenibilitat energètica i global de la nostra societat i mereix el nostre suport.

Els demano també que entenguin les centrals nuclears, ni com un competidor ni com un enemic, sinó com un aliat que ens ajudarà a salvar uns anys difícils, permetrà que entre tots evitem el col·lapse del planeta i desapareixerà quan la sostenibilitat sigui un fet. Els demano també que entenguin el problema energètic com un problema alhora mundial i local. M'agradaria recordar-los que, d'acord amb el que s'ha exposat, aturant les nuclears espanyoles, localment perdem capacitat de cobrir marges descarbonitzadors els pròxims anys però mundialment hi perdem molt més encara, perdem aquella fortalesa que la socioconsciència necessita col·lectivament. Aturant les nuclears estariem, doncs, donant indirectament més poder a negacionistes i productors de combustible fòssil, encoratjant les dues grans potències mundials a seguir en l'estil d'hegemonia i perjudicant el Sud Global en el seu intent d'emancipar-se sense vendre's! Igual que jo voto a favor de la implementació sostenible, els sol·licito que votin a favor d'aquesta utilització raonable de les centrals nuclears, limitada en el temps, útil per fer front a les enormes incerteses temporals que envolten la creació d'un sistema energètic nou.

6.2.4. Què demanem al col·lectiu científic multidisciplinari implicat en el tema energètic?

Estic parlant ara de tots aquells que dediquen un esforç de recerca i desenvolupament científic al progrés de les capacitats en l'àmbit energètic. Ells haurien de reafirmar la necessitat d'un tractament científic per a una part molt rellevant del debat energètic i haurien de desmarcar-se inequívocament del que abans hem assenyalat com a dinàmiques de bons i dolents.

Primer que res els demano que perseverin en les seves tasques d'investigació. De forma més específica, els demano també que defensin el caràcter científic de la recerca que tenim damunt la taula i reclamin l'atenció necessària envers els especialistes que hi treballen. Donada la complexitat del problema, ja hem vist que aquesta afirmació val per a un nombre gran d'experteses. Totes han de ser considerades i les seves connexions o interrelacions han de mantenir el caràcter científic, això és, han de basar-se en el coneixement defugint interessos comercials o partidistes.

El dia a dia de la nostra societat té una importància notòria i, pel fet que l'estem vivint, el solem tenir present. El mitjà i el llarg termini són més difícils de tractar. Ens forcen a fer prediccions de progrés humà i tecnològic, i aquestes prediccions volen ciència. Quines tecnologies energètiques o productives en general estaran disponibles en aquest futur pròxim o més llunyà del que parlem? Quines dificultats socials i tecnològiques sorgiran? La ciència, també ho hem vist, pot donar un cop de mà probablement més solvent que la pura intuïció i convé defensar-ho.

Tenint presents la incertesa i la necessitat de fer-hi front, és important no menysprear cap especialitat científica que pugui aportar l'argumentació i el coneixement necessaris per configurar el camí del progrés en matèria d'energia. Hi ha una part molt important del debat energètic que és científic, i que s'ha de basar en prediccions fiables de comportaments humans col·lectius de futur i en pronòstics de com evolucionarà la tecnologia els propers anys. El diàleg científic ha de desenvolupar-se de forma autònoma al marge de les ideologies, que ja entraran al seu moment. És primordial, doncs, facilitar la trobada i la cooperació entre experts d'àrees de coneixement divers però enllaçades en un mateix problema. Igual que, en el cas dels models numèrics d'evolució de la pandèmia, matemàtics i immunòlegs posen en comú els seus continguts tècnics respectius, al marge de la intervenció de polítics, governants i representants del negoci farmacèutic, el col·lectiu multidisciplinari implicat en l'energia hauria de defensar la seva organització i el manteniment del caràcter científic en les seves disquisicions conjuntes. Els ideòlegs, polítics i emprenedors energètics entraran oportunament més tard; he deixat clar, en aquest mateix text, que també ells són indispensables i que no dubto de les seves capacitats, sensibilitats i anhels.

6.2.5. Epíleg. El camí de la sostenibilitat energètica

La Vanguardia 22 de juliol de 2011

Arran de l'esdeveniment de Fukushima m'han demanat que parlés del tema nuclear. Crec que he ajudat a entendre les raons de l'accident i de la tecnologia. A vegades intento aportar alguna cosa més que conceptes tecnològics i mostrar les connexions que té el tema amb reflexions de tipus sociològic i humà. És difícil, sobretot perquè, amb excuses elaborades, sovint et prenen la paraula i et tallen un discurs que és modest però multidisciplinari... El que sempre he estat disposat a explicar i apunto molt breument en aquest darrer paràgraf no es pot comunicar en un article, vol més temps. Penso que hi ha una manera molt raonable de posar l'energia nuclear al servei de la humanitat per tal que ens ajudi a resoldre aquests grans problemes que han arribat massa lluny.

Aquest paràgraf tancava aquell article d'opinió escrit fa uns anys. Aquest llibre culmina les intencions anunciades aleshores. El text preconitza diversos punts essencials: una robustesa energètica descarbonitzada que permeti un pacte d'altíssim nivell pel que fa a les combustions fòssils, la necessitat de les centrals nuclears caracteritzant-la com a efectiva, tàctica i limitada en el temps, la creació d'una infraestructura energètica renovable i eficient, i finalment, tenir en ment la sobrietat i l'equitat com a valors fonamentals de la humanitat.

Aquest llibre ha intentat reafirmar el que tenen de crític molts plantejaments que veus més autoritzades que la meua han estat dient. També ha intentat modestament afegir l'aclariment d'algunes connexions de l'entrellat del problema energètic, que resulta ser molt més que un problema energètic. El llibre ha volgut ser un gra de sorra útil per a la presa de consciència de la magnitud i dels vincles de l'assumpte. Ha descrit l'enquadrament del problema com a primer requisit per fer-hi front de forma coordinada i multidisciplinària. Aquest llibre és, consegüentment, una crida a tots aquells professionals que veuen l'energia com un tema en què volen entrar però els costa! A ells, els vull dir que hi ha explicacions planeres, com alguna de les contingudes en aquest text, per molts dels conceptes que necessitem posar en comú. Parlo de conceptes tecnològics i de raonaments propis d'altres ciències. No soc expert ni en Sud Global, ni en geopolítica, ni en economia ecològica, fins ara he anat a trobat experts en aquests camps, hi he parlat i escoltant-los he aconseguit l'esbós que és aquest llibre. La meua esperança de futur és que un dia especialistes d'aquestes tres àrees entrin i participin en el debat energètic i ajudin a aclarir la conjuntura actual. El diàleg interdisciplinari es revela en temes d'energia com a altament enriquidor.

El lector coneix els meus camps d'expertesa i l'itinerari de la meua vida professional i, en aquestes condicions, pot comprovar que el llibre ha oscil·lat entre dos tipus d'aproximació retòrica. El llibre ha estat, o ho ha intentat sempre, ser un exercici de seguiment assenyat de la intervenció d'experts. Quan he actuat d'expert, i això és

quan el tema era del meu àmbit, he intentat ser planer i acostar-me al llenguatge de proximitat que tantes vegades he experimentat en l'intent de comunicar els meus continguts. Quan el tema no ha estat dels meus, he intentat recordar intervencions viscudes en vivències de lectura o d'intercanvi en contacte amb especialistes en els temes abordats i també en les reflexions personals subsegüents. En aquests casos, he intentat fer un seguiment assenyat del pensament dels experts a qui he llegit o amb qui he conversat. Espero haver-ho aconseguit. Espero que el que s'ha dit sigui útil per facilitar la col·laboració entre experts diversos, per propiciar unes interaccions eficaces i consolidar una gestió multidisciplinària solvent.

Què espero del lector, arran d'aquesta manera de fer? Dins de cada lector hi ha un filòsof inquiet que si està llegint és perquè té una sensibilitat cap el tema. El text li pot provocar pensaments diversos que van des de l'acceptació fins al rebuig passant pel dubte i la pregunta... A còpia de preguntes i respostes, aconseguirem plegats una imatge suficient del problema en qüestió, tal vegada una aproximació més gran i en conseqüència una nova capacitat de proposar quelcom encara més sòlid.

Quan una estratègia es presenta com una opció ferma és normalment perquè ha aconseguit incorporar continguts i matisos de persones diverses que en el seu moment van fer el doble esforç d'enteniment i aportació. Aquest llibre ha estat l'intent de fer una modesta aportació a una estratègia coherent en l'àmbit de la política energètica, tot reconeixent-la com a una acció multidisciplinària i mundial però necessitada d'una actitud científica i sobretot assenyada.

Bibliografia

- 2030 climate & energy framework. European Commission. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en
- American Physical Society (APS). <https://www.aps.org/policy/reports/popa-reports/energy/units.cfm>
- Abdon, Andreas; Zhang, Xiaojin; Parra, David et al. “Techno-economic and environmental assessment of stationary electricity storage technologies for different time scales”. *Energy*. Volume 139 (C), 2017, pages 1173-1187. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.097>.
- Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Working group III. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>
- Data Access Viewer. The Power Project. NASA Prediction of Worldwide Energy Resources. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Department of Energy (DOE). Mojave. Project Online & Generating Energy. United States of America. <https://www.energy.gov/lpo/mojave>
- Dirección General de Tráfico (DGT). Ministerio del Interior. Gobierno de España. <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/tablas-estadisticas/>
- García, Alfredo. *La energía nuclear salvará el mundo*. Planeta 2020
- IDAE. Guía de consumos y emisiones. <http://coches.idae.es/guia-emisiones-consumos>
- IDAE. Guía de la energía. <http://guiaenergia.idae.es/el-consumo-energia-en-espana/>
- IDAE. Instituto para la diversificación de y ahorro de la energía. <https://www.idae.es>
- Indexmundi. <https://www.indexmundi.com/>
- Informe Eurostat EC 2020. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/european-statistical-system/overview>
- Institut Català d'Energia (ICAEN). <http://icaen.gencat.cat/ca/inici/>
- Institut d'Estadística de Catalunya. Generalitat de Catalunya. <https://www.idescat.cat/>

- Instituto Nacional de Estadística (INE). <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t25/p500/2008/p10/10/&file=10020.px&L=0>
- International Energy Agency (IEA). <https://www.iea.org>
- Kougias, Ioannis; Szabó, Sándor. “Pumped hydroelectric storage utilization assessment: Forerunner of renewable energy integration or Trojan horse?”. *Energy*. Volume 140, Part 1, 1 December 2017, pages 318-329. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.08.106>
- Latouche, Serge. *Le temps de la décroissance*. Editions Thierry Magnier. 2010
- Latouche, Serge. *Bon pour la casse. Le déraison de l'obsolescence programmée*. Les liens qui libèrent. 2012
- Latouche, Serge. *Sortir de la société de consommation*. Les liens qui libèrent. 2010
- Llorca, Jordi. *El hidrógeno y nuestro futuro energético*. Edicions UPC. 2010
- Martínez-Alier, Joan. *Demà serà un altre dia*. Icaria Antrazyt. 2019
- Martínez-Alier, Joan. *Sólo tenemos un planeta*. Icaria Más mader a en profundidad. 2017
- Martínez-Alier, Joan. *Introducción a la economía ecológica*. Rubes. 1999
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Gobierno de España. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx>
- National energy and climate plans. European Commission. https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans_en
- Photovoltaic Geographical Information System. PVGIS. European Commission. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#PVP
- Pont, Carles. *Comunicar las emergencias*. Editorial UOC. 2013
- Proyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética para alcanzar la neutralidad de emisiones a más tardar en 2050. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Gobierno de España. <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-gobierno-env%C3%ADa-a-las-cortes-el-primer-proyecto-de-ley-de-cambio-clim%C3%A1tico-y-transici%C3%B3n-energ%C3%A9tica-para-alcanzar-la-neutralidad-de-emisiones-a/tcm:30-509229>
- Rajvikram, M. et al. “Experimental investigation on the abasement of operating temperature in solar photovoltaic panel using PCM and aluminium”. *Solar Energy*. Volume 188, August 2019, pages 327-338. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.05.067>
- Rashid, Muhammad H. *Power Electronic Handbook*. Ed. BH. Chapter 46: Energy Storage. ISBN: 978-0-12-382036-5

- Red Eléctrica de España (REE). Emisiones de CO₂ asociadas a la generación de electricidad en España. Marzo 2021. <https://api.esios.ree.es/documents/580/download?locale=es>
- Red Eléctrica de España (REE). Informe del sistema eléctrico español. Año 2020. <https://www.ree.es>
- Reventós Puigjaner, Francesc. *El camí de la conversa*. Editorial Proteus
- Sans, Ramon. *El col·lapse és evitable*. Editorial Octaedro. 2014
- Sempere, Joaquim. *Las cenizas de Prometeo. Transición energética y socialismo*. Ediciones de Pasado y Presente. 2018
- Sovacool, Benjamin K. "Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical survey". *Energy Policy*. Volume 36, Issue 8, August 2008, pages 2950-2963. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.04.017>
- Statista. Factor de carga de las centrales nucleares en España 2019. <https://es.statista.com/estadisticas/994390/factor-de-capacidad-neto-de-las-centrales-nucleares-espanolas/>
- Take a look at the world's largest solar thermal farm. Smithsonian Magazine. November 2012. <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/take-a-look-at-the-worlds-largest-solar-thermal-farm-91577483/>
- Walton, Robert. Abengoa puts 250 MW CSP array online in California. Utility Dive. Published Dec. 4, 2014. <https://www.utilitydive.com/news/abengoa-puts-250-mw-csp-array-online-in-california/339957/>
- World Nuclear Association. <https://www.world-nuclear.org/>

