



# **UNA FONT INESGOTABLE, UN FUTUR D'OPORTUNITATS**

LLUÍS TORNER I SABATA

LLUÍS TORNER I SABATA

**UNA FONT  
INESGOTABLE,  
UN FUTUR  
D'OPORTUNITATS**

27 de novembre de 2023, Barcelona

## PRÒLEG

Quan Jaume Vicens Vives va pronunciar la conferència “El capitán de industria español en los últimos cien años”, tenia quaranta-vuit anys i era el principal intel·lectual actiu a la grisa Catalunya del franquisme. Era un historiador de prestigi que havia creat una escola que revolucionaria la seva disciplina i havia estat pioner creant un centre de recerca per fer de Barcelona el principal motor espanyol de la nova historiografia. Encara no feia quatre anys que havia aconseguit redefinir la catalanitat a l’assaig clàssic que encara és Notícia de Catalunya i mantenia una interlocució influent amb actors rellevants del poder de l’Estat i figures de pes de l’antifranquisme catalanista.

El seu afany de liderar el redreçament del país, per dir-ho amb una expressió que ell va convertir en un lema, també es va concretar en l’afany d’identificar i orientar una nova classe dirigent per tal que es comprometés amb la seva societat, i així, també a través de l’economia, pogués fer progressar una Catalunya que la dictadura havia deixat sense rumb. Aquest és la intenció profunda de la seva conferència, pronunciada quan ja havia acabat de redactar i estava a punt de publicar-se *Industrials i polítics*. Els joves a qui va adreçar aquelles paraules serien els fundadors del Cercle d’Economia.

“El capitán de industria español en los últimos cien años” no inclou la paraula català al títol perquè la conferència no hauria estat autoritzada. Durant anys l’únic testimoni de la seva existència era un butlletí intern del Club Comodín, l’entitat pantalla a través de la qual el Cercle es va anar consolidant durant la dècada dels cinquanta del segle XX. No és casualitat que l’acadèmic que l’any 1980 la va publicar per primera vegada fos Ernest Lluch, una altra figura nuclear de la nostra institució. Lluch va fixar una interpretació lluminosa d’aquelles paraules: Vicens pensava històricament el present perquè pensava el desenvolupament industrial català del segle XIX com un mirall per entendre el futur del país en relació amb les transformacions econòmiques que vivien els països del nostre entorn. Aquesta mirada local i internacional era una crida a l’ambició en aquell context d’autarquia.

En un context del tot diferent, però amb la mateixa ambició, volem seguir reconeixent la tasca de Vicens i els fundadors del Cercle. Per commemorar aquella conferència i donar continuïtat al llegat del nostre gran historiador, hem decidit institucionalitzar la Conferència Jaume Vicens Vives convidant una figura intel·lectual de primer nivell perquè ens expliqui, amb una mirada llarga, la seva visió del país i de les oportunitats i els reptes que el nou context planteja.

La primera edició té com a protagonista Lluís Torner, físic eminent i director de l’Institut de Ciències Fotòniques (ICFO), amb la conferència “Una font inesgotable, un futur d’oportunitats”. Un agraïment molt especial a Lluís Torner per acceptar el repte.

Jaume Guardiola  
President del Cercle d’Economia

## I.

Abans de res, volia agrair a la Junta Directiva del Cercle d'Economia el privilegi que m'han concedit d'impartir aquesta conferència.

Voldria destacar l'excepcional visió de la Junta Directiva en triar un tema com el que se'm va suggerir –el de la recerca científica i la seva importància per al desenvolupament econòmic– per tal de commemorar una conferència tan icònica com la que va impartir el Dr. Jaume Vicens i Vives ara fa seixanta-cinc anys. Naturalment, jo no arribo ni a la sola de les sabates del Dr. Vicens Vives, que va oferir una conferència sobre el passat de la indústria espanyola durant el segle anterior a l'any 1958. La Junta Directiva del Cercle ha volgut que la conferència d'avui fos sobre el futur i ha considerat que la recerca científica i les seves implicacions econòmiques eren un element essencial per a aquest futur. Estic segur que d'aquí a seixanta-cinc anys la decisió de la Junta Directiva d'haver escollit aquesta temàtica serà considerada visionària.

També voldria mencionar l'honor que representa impartir la conferència davant d'una audiència tan extraordinària com la que avui s'aplega aquí, entre la qual em plau molt destacar la presència dels distingits socis del Cercle que ho són des de fa cinquanta anys, i especialment

d'alguns dels fundadors del Cercle mateix, com el Sr. Joan Mas Cantí. Estic parlant davant de moltes de les persones que han construït, i estan construint, el que la nostra societat és actualment, les persones que han fet possible que ara ens puguem plantejar reptes de categoria global com els que la conferència proposarà avui. Sense la visió i les contribucions d'aquestes persones, en tots els terrenys, el contingut de la meva intervenció d'avui no tindria sentit.

A la seva conferència de l'any 1958, el Dr. Vicens Vives va parlar magistralment del passat; jo tinc l'encàrrec d'intentar esbossar coses que podrien passar en el futur. M'hauran d'atorgar alguna llicència i ser comprensius que no ho faig pas amb arrogància, sinó amb modèstia i, això sí, amb convicció.

Així doncs, amb el seu permís, començo pel final.

Tinc l'honor de llegir aquesta conferència amb la convicció que la nostra societat ampliarà de manera ferma i decidida el programa de fer recerca de frontera, entesa com aquella que busca descobrir, construir o fer coses que no ha fet mai ningú abans al món –coses que no ha fet mai ningú, enlloc– i que ho farà amb una barreja equilibrada de reptes que tinguin un objectiu explícit, ja sigui industrial, mèdic, econòmic o social, i altres que s'exploraran simplement pel fet que ningú no ho ha fet abans.

En ambdós casos, celebrades les descobertes, posarem ràpidament a treballar tots els instruments necessaris (empresaris, emprenedors, advocats, financers, etc.) per tal de dotar d'utilitat el que trobem en el més curt termini de temps i de posar-ho en pràctica a la indústria del nostre país. Això no obstant, a vegades ja començarem sabent on

voldríem arribar i per a què ho voldríem, però a vegades serà motivació suficient que ningú no ho hagi assolit abans.

No intentarem o explorarem qualsevol cosa; hi ha coses que, basant-nos en els nostres valors i codis ètics, acordarem no fer, sigui quin sigui el retorn potencial.

Treballarem a la frontera, prop de la línia que separa “el que se sap” del que “no se sap”, allò “conegut” d’allò “desconegut” per a la humanitat en conjunt. Aquesta és una línia borrosa i contínuament canviant. Empènyer-la endavant és fascinant, important i útil, i consisteix a endinsar-se en un camí que serà ple de sorpreses, atès que a l’univers hi ha coses que sabem que segurament sabem, hi ha coses que sabem que no sabem, i de segur, també, que hi ha moltes coses que ni tan sols sabem que no sabem.

Faig la conferència amb la convicció que tenim les condicions per gaudir de la font inesgotable de nous coneixements que treballar en aquesta frontera representa, i també per gaudir del corresponent futur d’oportunitats econòmiques i de desenvolupament humà i social que aquests nous coneixements faran possible.

Com he apuntat abans, tenim les condicions gràcies a la visió i les contribucions de nombroses persones en tots els terrenys. En el terreny de la recerca, no les tindríem sense un altre molt distingit membre del Cercle d’Economia, el Dr. Andreu Mas-Colell.

## II.

L'any 1995, es van reintroduir un parell de dotzenes de llops grisos al parc nacional de Yellowstone, situat al nord-oest dels Estats Units d'Amèrica. Els llops provenien de la regió d'Alberta, al Canadà, ja que a Yellowstone no n'hi havia des dels anys trenta, feia més de seixanta anys. En la seva absència, la població de remugants havia crescut desmesuradament, fins al punt de reduir dràsticament a tot el parc la presència d'algunes plantes i arbustos, i, en conseqüència, de les diverses espècies d'animals que en necessiten.

Durant els primers anys després de la reintroducció, se sentien algunes veus alarmades, atès que, com era previsible, el nombre total de remugants va caure fortament i ràpidament.

Això no obstant, a mesura que els llops van anar equilibrant la mida dels ramats i, sobretot, que els segons evitessin els llocs on era més fàcil caçar-los, va començar un procés que tindria profundes conseqüències: van poder tornar a créixer herbes, flors, matolls i plantes a tot arreu, també a les zones que abans eren més pasturades, prop dels rierols; això va permetre que tornessin insectes i unes quantes espècies d'ocells, i també alguns animals que viuen a prop dels rius, com els castors. La forma de viure dels castors fa que construeixin petites preses fetes de vegetació, cosa que, al seu torn, va permetre el retorn dels petits rèptils, amfibis i ratolins d'aigua que hi viuen. Així mateix, la presència del llop va mantenir a ratlla els coiots, cosa que va permetre augmentar les poblacions de talps, conills i rosegadors. I també els remugants, que van quedar en un nombre més equilibrat, podien pasturar herbes més fresques i sanes.



Passats uns anys, el resultat de tot plegat va ser no només un augment de la varietat d'animals i plantes presents al parc, sinó també la transformació del paisatge i dels rius i rierols, la recuperació de les riberes, que van passar a ser més riques i estables, i en general molta menys erosió a tots els estrats. Un entorn abocat a la depressió va tornar a ser un lloc vibrant, viu, ric i dinàmic. El petit canvi introduït amb mesura va produir un enorme miracle.

### III.

Aquesta història, que molts de vostès ja coneixien, ens descriu un escenari en què l'element clau és la presència d'una diversitat d'actors (grans i petits, animals i vegetals, vius i inanimats), que si estan presents en la justa mesura s'autoregulen, equilibren i ajuden mútuament –inconscientment– sense intervenció externa. La presència equilibrada i rica d'actors és la millor manera que tots ells vagin bé.

Al nostre país, en l'àmbit de recerca ja tenim tots els actors presents, potser no prou consolidats i potser la majoria necessiten millorar, com als primers anys de la història de Yellowstone; però, a diferència de fa dues dècades, ara la majoria ja són presents.

La generació anterior a la nostra va entomar el repte enorme de construir un sistema de recerca pràcticament del no-res i llegar-nos un sistema sòlid, que permetés fer ciència de qualitat i que alguns científics excepcionals que el país produïa poguessin assolir fites extraordinàries,

sovint començades aquí i acabades a fora. La nostra generació, per primera vegada a la història, té institucions de recerca amb l'ambició, els hàbits i la capacitat de fer que els científics i tecnòlegs assoleixin fites extraordinàries també aquí.

Un ingredient clau de la recepta és formar, retenir, atreure, nodrir, cuidar i premiar el talent. Bill Joy, el cofundador de Sun Microsystems, va popularitzar la constatació de l'important advertiment “siguis qui siguis, la majoria de les persones més intel·ligents treballen per a algú altre”. Per la seva banda, Steve Jobs, d'Apple, insistia que “no té sentit contractar gent intel·ligent i després dir-los què han de fer; nosaltres contractem gent intel·ligent perquè ens diguin què hem de fer”.

Una vegada es disposa del talent, un altre ingredient clau és assegurar que persegueix decididament l'excel·lència, la qualitat i la rellevància, i que es desenvolupa en un ecosistema ric i divers, amb empreses grans, empreses mitjanes, empreses start-up petites - però fortament dinàmiques- i inversors igualment dinàmics i visionaris.

#### IV.

Abans de la revolució científica, abans del segle XVII, simplificant una mica però no gaire, el dogma era que tot el que pagava la pena de saber ja s'havia descobert. La revolució científica ho va qüestionar i això ens ha portat als grans avenços que coneixem, totalment inimaginables per a la gent d'aquella època i fins i tot per a la del començament del segle

XX. Paradoxalment, avui, en ple segle XXI, diríem el contrari que abans del XVII: ens adonem que sabem moltes coses, però en comparació amb el que queda per saber, sabem molt poc.

Ens pot confondre el que passa amb les tecnologies de la informació, les anomenades TIC, de les quals sembla que sabem molt. De fet, efectivament, sabem excepcionalment bé com fer xips d'un material, el silici i les seves variants, i que aquests xips facin algunes coses extraordinàriament bé i les facin extraordinàriament ràpid. Sabem molt d'un material, de com fer-ne xips i de com podem fer que aquests facin unes quantes coses, a partir del qual hem desenvolupat una tecnologia cada vegada més poderosa per a certes tasques i que ens ha permès construir molts dels estris que són definitoris de la nostra civilització: ordinadors, Internet, mòbils, sensors, robots, aparells mèdics, etc. El progrés ha estat realment extraordinari: Gordon Moore, un dels fundadors d'Intel l'any 1968, ja entrat al segle XX feia la broma que “si durant aquestes dècades la indústria de l'automoció hagués progressat tant com la dels semiconductors, avui en dia només caldria omplir una vegada el dipòsit de combustible del cotxe durant tota la seva vida útil”.

En sabem tant de fer xips de silici i d'aprofitar que podem programar-los per fer coses a còpia de força bruta, a còpia de repetir incessantment unes quantes operacions lògiques, que podríem confondre'ns respecte del que realment sabem en general.

Perquè, què li passa exactament a una cèl·lula d'un ésser viu quan emmalalteix, sobretot d'aquelles malalties que la medicina actual no sap curar? Com es pot evitar la demència o escurçar el període d'envel·liment –sense escurçar la vida? Com podem generar l'energia, els aliments, els estris i tots els mitjans de treball, transport i de funciona-

ment de les societats modernes de manera sostenible per al planeta?  
Encara no ho sabem.

Sabem moltes coses, però en comparació amb el que hi ha per descobrir, sabem molt poc, cosa que en part és una magnífica notícia, perquè vol dir que som davant d'una font immensa, amb tota probabilitat inescotable. El que brolli d'aquesta font ens serà molt necessari. Ho serà per seguir avançant, tenir vides més plenes i tenir-les per a més gent, i fer-ho sense destruir-nos.

Perquè, vist en perspectiva, algun passat ens pot semblar millor només si l'idealitzem, però en termes generals qualsevol passat ha estat sempre molt pitjor. Descomptades fluctuacions temporals, el present és molt millor econòmicament, en llibertats, en drets, en salut i en general en la capacitat de viure una vida plena escollida en part voluntàriament.

La revolució industrial va fer possible que per repartir riquesa, prosperitat i benestar entre els humans habitants de la Terra no calgués fer trossos de pastís cada vegada més petits, sinó que es podien crear nous pastissos, molts més pastissos. Però aquest progrés l'hem fet parant poca atenció en el fet que la Terra és un lloc extraordinari, però finit, governat per les lleis d'un sistema físic molt complex però finit. Un sistema que pot produir molts pastissos, però que és finit. I un lloc que probablement és l'únic on podem viure, perquè qualsevol alternativa és simplement massa lluny.

Alguns col·legues famosos, com Stephen Hawking, han dit que en el futur la humanitat haurà de trobar maneres de marxar de la Terra per sobreviure i anar a un altre planeta semblant al nostre. Això no obstant, s'ha d'entendre que Hawking això ho deia en el context de la possible

col·lisió contra la Terra d'un asteroide com el que segurament va provocar l'extinció dels dinosaures, i, en tot cas, ho deia sabent que, amb la ciència que coneixem avui, qualsevol altre lloc fora del sistema solar és massa lluny per anar-hi.

La limitació de viatjar en persona fora del sistema solar no és tecnològica, sinó imposada per les lleis de la natura tal com les coneixem avui. La física quàntica fa possible la teleportació, però és teleportació d'informació, no de matèria. A la velocitat de l'aparell espacial més ràpid construït fins a l'actualitat, el Parker Space Craft, fet per observar el Sol de prop i que va arribar a 160 kilòmetres per segon a l'espai interplanetari a còpia d'agafar impuls quan va passar prop de Venus, es trigarien 7 000 anys a arribar a Proxima Centauri, l'estrella més propera. Parker és petit i, naturalment, no pot portar humans. La NASA va publicar fa poques setmanes que el cost de portar pedres de Mart a la Terra és de com a mínim 11 000 milions de dòlars. Desenganyem-nos: a tot arreu fora del sistema solar és massa lluny per anar a viure-hi. Aquesta és i serà la nostra única casa i l'hem de cuidar. I durant els darrers dos segles no ho hem fet. A partir d'ara estem obligats a fer-ho, cosa que es pot veure com un maldecap i també com una oportunitat. És una mica ambdues coses, però sens dubte és una immensa oportunitat.

Durant les properes dècades el món haurà d'afrontar tota mena de reptes, però el repte climàtic en serà un durant com a mínim tot el segle XXI, perquè no afrontar-lo tindria conseqüències profundes a tots els nivells de la societat, que transformarien l'entorn on vivim, no pas cap a bé. Segons les dades recopilades per l'organització Climate Central, la seqüència d'anys recents ha donat el període global més calent dels darrers 100 000 anys, i no es tracta d'un procés lent o aïllat, sinó d'una evolució contínua i accelerada. L'estiu passat, a la regió de Xinjiang, al

nord-oest de la Xina, es van enregistrar 52,2 °C i, més a prop, a l'aeroport de València, es va arribar a 46,8 °C. La revista Nature va publicar fa poques setmanes un important estudi dels explícits efectes adversos de les onades extremes de calor i humitat en la salut humana, i això no és res en comparació amb l'afectació a l'agricultura, la sequera i disponibilitat d'aigua, i amb els possibles canvis meteorològics globals.

Energia neta, aigua potable, recursos naturals, agricultura, materials de construcció, captura de carboni i altres gasos d'efecte d'hivernacle, sistemes electrònics de baix consum, etc. Tot això requerirà profunds avenços, algunes revolucions tecnològiques i industrials, potser algunes revolucions científiques, que al seu torn representaran fantàstiques oportunitats, també de caire econòmic. Crec que es pot dir, sense exagerar, que la humanitat haurà d'evolucionar, de manera gradual o sobtada, cap a una nova època. No serà fàcil i l'única possibilitat és, en paral·lel a l'adopció de noves actituds, descobrir i desenvolupar noves tecnologies.

Peter Diamandis diu: "Vols ser milmilionari? Doncs ajuda milions de persones." Fer que la nostra activitat sigui sostenible i amable amb el planeta a tots els nivells és l'exemple més clar, perquè ajudarà els nou mil milions d'habitants de la Terra, d'ara i sobretot del futur. Les oportunitats que sorgiran d'enfocar l'activitat humana a la sostenibilitat seran fenomenals, en l'organització de les ciutats, la indústria, el transport, la mobilitat, els serveis, l'alimentació, el turisme, la connectivitat, etc. Grans oportunitats econòmiques i grans oportunitats d'impacte social.

## V.

### a.

El cas de l'energia futura que ha d'emprar la humanitat és un exemple. Els esforços per obtenir una font d'energia basada en la fusió nuclear han donat alguns resultats importants durant els darrers anys. Per exemple, aquest estiu, el dia 30 de juliol, els 192 làsers de la National Ignition Facility, amb seu a Califòrnia, enfocats a una petita càpsula de deuteri i triti, isòtops pesats d'hidrogen, van provocar una reacció de fusió que va produir més energia que la que portaven els raigs làser que es van enviar sobre la càpsula. Va ser la segona vegada en pocs mesos que s'assolia un "guany d'energia" en un experiment d'aquest tipus. És un gran pas, però encara molt lluny d'esdevenir una font d'energia a la pràctica. A més a més, l'experiment té la mida d'un camp de futbol i només està a l'abast de grans països. Espanya participa en el programa ITER, que té la seu central a França, a Cadarache, entre Marsella i Niça, i que és un experiment conjunt entre Europa, els Estats Units, la Xina, l'Índia, el Japó, Corea i Rússia. Un gegant que es compara amb el programa Apollo o el projecte Manhattan, i que en algun moment hauria pogut venir a Vandellòs, a Tarragona. En va venir una part petita, però important, l'agència Fusion for Energy, que té la seu principal a Barcelona.

En canvi, hi ha moltes altres àrees en les quals la mida dels experiments i, per tant, de les inversions necessàries, no és tan important com la creativitat i la generació d'idees noves. Són àrees que durant les darreres dècades ja han experimentat avenços espectaculars, però en les quals encara queda molt per fer. Per exemple, el cost de l'energia solar fotovoltaica a mitjans de la dècada dels setanta era de cent dòlars per watt,

i ara és de vint o trenta cèntims per watt. És a dir, un parell de centèsimes del valor de l'any 1975. I segueix baixant. Això no obstant, l'eficiència en transformació d'energia solar a elèctrica dels panells comercials convencionals actuals és del voltant del 20%, mentre que el màxim absolut que sembla que la natura permet és l'anomenat límit teòric termodinàmic, que és del 95%, o potser el límit més pràctic que van proposar Shockley i Queisser i que en la seva versió més completa posa el sostre potencialment assolible en prop del 87%. Sigui com sigui, queda molt camí per recórrer.

Durant el mateix període del qual parlem, el diòxid de carboni emès a l'atmosfera a partir de combustibles fòssils s'ha doblat, fins a uns 35 000 milions de tones/any, i malgrat que darrerament el ritme s'ha frenat, el total anual segueix creixent. Des de fa uns quants anys, s'han iniciat vigorosos programes de recerca, també a la indústria, en el que s'anomena CCUS (Carbon Capture, Usage and Storage), i que, com el seu nom indica, busca trobar maneres de capturar el diòxid de carboni abans, durant o després de la combustió dels combustibles fòssils. Es treballa en dotzenes d'idees, fins i tot en sistemes que capturen el diòxid de carboni de l'atmosfera. Això no obstant, tots els sistemes CCUS actuals junts poden capturar només un 0,1% del que s'emet, i són molt cars. L'objectiu final és arribar a "emissions negatives", i, de nou, la part bona de la notícia és que està tot per fer. Tot un món per explotar, per generar benefici industrial gegant i per fer un bé històric, possiblement existencial, a una gran part de la humanitat. Un brollador que hauria de rajar a dojo durant les properes dècades.

La generació de combustibles no fòssils, com l'hidrogen i altres, realitzada de manera realment neta, barata i eficient, és un altre àmbit en què durant les properes dècades hi hauria d'haver oportunitats formidables.



L'ús d'hidrogen com a combustible produeix essencialment aigua com a escapament. El seu ús ampli podria començar substituint gradualment els combustibles fòssils a les indústries dels fertilitzants i de l'acer o als camions de llarg recorregut. De tota manera, ningú en farà producció a gran escala fins que no hi hagi suficients clients interessants, i els clients són reticents a canviar a l'hidrogen sense un subministrament constant, estable i barat.

Una sortida de l'atzucac es pot inspirar en el que hem mencionat respecte a les tecnologies fotovoltaiques: com més se'n produeixen, més barates es tornen. Així doncs, fa poques setmanes, l'administració americana va anunciar ajuts per valor de 7 000 milions de dòlars, que se sumarien a com a mínim 40 000 milions d'inversions privades, per posar fil a l'agulla als EUA. De tota manera, pel que fa al nivell d'eficiència en la generació i ús net de l'hidrogen, som al principi. Per exemple, alguns dels mètodes industrials actualment més madurs es basen en l'anomenat hidrogen blau, que utilitza metà, un gas molt més nociu que el diòxid de carboni per a l'efecte d'hivernacle si s'escapa cap a l'atmosfera.

En resum, s'hauran de trobar mètodes radicalment millors, cosa que no serà fàcil i, de nou, oferirà una riquíssima font d'innovacions durant dècades.

## **b.**

Canviem de tema. Un ésser viu és possiblement la cosa més meravellosa que hi ha a l'univers. Com s'ho fan les deu milions de milions de cèl·lules individuals per organitzar-se en un ésser humà i mantenir-lo funcionant durant moltes dècades, en alguns pocs casos gairebé un

segle, sovint amb molt poques errades que elles mateixes no puguin reparar? Quan se sàpiga la resposta a aquesta pregunta, es podran evitar els processos que fan que moltes cèl·lules s'organitzin per fer coses no desitjades, com el càncer?

Com s'ho fa el cervell humà per coordinar el funcionament global de tot el cos amb un consum de només una dotzena de watts, que és el que consumeix una petita làmpada LED? Com s'ho fan els 86 000 milions de neurones que hi ha al cervell, junt amb un nombre similar d'altres tipus de cèl·lules no neurones, per treballar juntes, fent tant i consumint tan poc? Què passa exactament, tant a nivell molecular com mesoscòpic, quan les connexions individuals i el sistema en el seu conjunt comencen a fallar? Quan es vagi sabent parcialment la resposta, es podrà emprar el coneixement per evitar malalties mentals o neurodegeneratives prematures?

Estem davant de preguntes brutalment complexes, però abordables. Ara fa tot just un mes, el grup de revistes Science, unes de les publicacions científiques més prestigioses del món, va publicar resultats del projecte BRAIN, el mapa més complet fet mai del tipus de cèl·lules i les seves funcions al cervell d'humans i primats no humans. L'anunci va concloure amb la proclama: "L'era de la recerca cel·lular del cervell humà pica a la porta!" Una porta que obre el camí cap a un univers fortament desconegut, que portarà a importantíssims nous coneixements durant les properes dècades. Per traspasar la porta i participar en l'exploració del que hi hagi darrere, per beure de la font de coneixement que es generarà, no calen infraestructures gegantines, sinó equips i persones que estan perfectament a l'abast de societats com la nostra.

c.

Endinsem-nos breument en un altre àmbit, potser el de més rabiosa actualitat: l'anomenada intel·ligència artificial. Molta gent expressa recança, quan no directament por, de la intel·ligència artificial, sobretot des que hem vist que té capacitats que s'anomenen "generatives". El fet és que, per a la humanitat en el seu conjunt, la robotització i l'automatització han estat una benedicció, perquè han augmentat extraordinàriament la productivitat i han reduït en gran manera feines monòtones, repetitives, físicament perilloses o extenuants. Segons les dades del Banc Mundial, el producte interior brut global s'ha multiplicat per deu a preus constants des de mitjans de segle XX fins ara. Una gran part d'aquest augment ha estat degut a la millora de la productivitat deguda a la robotització i l'automatització en general. És clar que del que ara estem parlant ja no és automatització, sinó que el que la llei de Moore i els algorismes ens ha posat a les mans és una eina radicalment més poderosa.

Per una banda, les noves capacitats d'aquesta eina tornaran a fer que feines actuals desapareguin. Això no obstant, en sortiran d'altres de noves, que faran i dirigiran els humans. Per l'altra, la intel·ligència artificial seguirà fent que es pugui minimitzar la dedicació d'humans a certes feines i tenir més temps de qualitat. D'altra banda, amb seguretat ens permetrà fer coses que ara potser només imaginem els escriptors de ciència-ficció.

El problema potencial és que, és clar, com més poder, més risc. Per tant, la preocupació està plenament justificada, atès que hi ha grandíssims reptes en l'ús i la regulació d'aquesta eina. John Taschek ho descriu amb una frase rodona: "La IA ajudarà les bones persones a ser millors i les males persones a ser pitjors."

El mateix passa amb altres tecnologies a disposició de la humanitat. Hom pot agafar un avió per anar a visitar els avis que viuen lluny o per encastar-lo a les Torres Bessones. Els aparells de raigs X, l'anestèsia i molts fàrmacs són letals en dosis errònies, però a ningú sensat se li acudeix treure'ls de la circulació. El que tothom vol i demana, i s'ha assolit, és que el seu ús sigui fortament regulat. Regular la intel·ligència artificial, degut a la seva natura, presenta un repte formidable, molt més complex, però per què dubtem de si ens en sortirem igual que hem fet amb tantes altres coses?

De tota manera, sigui quina sigui l'evolució i els usos que la humanitat faci de la intel·ligència artificial, el que sí que és segur és que la tecnologia que la sustenta conté en si mateixa reptes profunds. Són temes massa tècnics per al nostre objectiu d'avui, però mencionem-ne només tres d'il·lustratius. Un, el desenvolupament dels algorismes mateixos, a tots els nivells i a tots els sectors. Dos, la necessitat d'inventar tecnologia i maquinari diferents per executar els algorismes. Tres, la necessitat de descobrir i desenvolupar noves maneres de fabricar els xips mateixos, atès que els mètodes actuals utilitzen encara gasos d'efecte hivernacle, que una vegada emesos es mantenen a l'atmosfera durant milers d'anys.

El consum d'energia de les actuals infraestructures i equipaments de computació i telecomunicacions és al voltant del 10% del consum d'electricitat mundial, un percentatge que amb l'ús massiu de la intel·ligència artificial seguirà creixent. Els superordinadors més potents actualment en funcionament consumeixen un parell de dotzenes de MW/h. En un dels darreres congressos sobre la temàtica, celebrat a Anvers la primavera passada i on són presents totes les grans empreses fabricants de xips del món, hi havia unanimitat que el repte actual i de les properes dècades no és més potència de computació, com ha estat

tradicionalment, sinó que és descobrir tecnologia que treballi amb molt menys consum i que involucri processos de fabricació molt més nets. Com ho farem? No se sap i segur que no serà fàcil. Per tant, en part, bones notícies: molta feina i oportunitats.

#### **d.**

La Terra s'anomena el planeta blau perquè gran part de la seva superfície està ocupada pels oceans. Aquest color tan característic és una de les coses que va emocionar més els astronautes de les missions Apollo quan van veure el planeta des de l'òrbita lunar. Dos terços de la superfície de la Terra estan recoberts d'aigua i cal molta aigua per omplir oceans que tenen profunditats de kilòmetres: fins a onze kilòmetres en alguns punts de l'oceà Pacífic.

Hi ha molta aigua a la Terra; es poden omplir milions de trilions de gots amb l'aigua que hi ha als oceans de la Terra. Això obstant, hi ha més àtoms en un sol got d'aigua que gots d'aigua a tots els oceans de la Terra junts.

Els àtoms són molt petits.

Semblava una fita inabastable arribar a controlar-los un a un, i de fet era molt difícil, però s'ha assolit i avui en dia les entitats de recerca i les empreses del món que s'hi dediquen ho fan rutinàriament. Ho fan amb un doble objectiu: per una banda, seguir explorant com funciona la matèria a l'escala més íntima; i, per l'altra, explotar els fenòmens que tenen lloc a aquesta escala amb l'objectiu de desenvolupar tecnologies radicalment noves.

Els àtoms –si estan ben aïllats– poden estar en superposicions quàntiques –estats com el famós “Gat de Schrödinger”. També poden estar en estats d’entrellaçament quàntic, concepte estrany que incomodava profundament Einstein i que dona lloc a efectes tan contraintuïtius com la teleportació. Comunicacions quàntiques, computació quàntica, aparells d’imatge mèdica quàntics, materials quàntics. De tot això se’n diu la segona revolució quàntica.

L’anomenada primera revolució quàntica, entre altres coses, va permetre la comprensió i utilització dels materials semiconductors i, per tant, l’aparició del transistor i de l’electrònica en la forma en què la coneixem avui. Un altre producte de la primera revolució quàntica és el làser. El transistor i el làser han fet possible les tecnologies de la computació i de les comunicacions, que defineixen l’anomenada societat digital, que és en part definitiva de la nostra civilització. Els fenòmens quàntics i les tecnologies associades són també al cor d’alguns aparells d’imatge avançada i de diagnòstic utilitzats rutinàriament als hospitals –la ressonància magnètica, la tomografia avançada (per exemple, els aparells de RMN i les PET), i a teràpies per a oncologia.

Amb el que sabem avui, no diríem pas que la segona revolució quàntica hagi de ser tan transformadora per a la nostra civilització com ho ha estat la primera. Això no obstant, tampoc no consta que ningú –amb l’excepció d’algun escriptor de ciència-ficció– fos capaç de predir, als seixanta, el que actualment aquella revolució ja ha fet una realitat.

El que és del tot segur és que d’aquí a cinquanta anys el món serà molt diferent i que les futures tecnologies físiques, químiques, mèdiques, de nous materials i de manipulació de la informació que hauran emergit de l’exploració del món quàntic hauran contribuït a la seva transforma-

ció. En quin grau i en quins àmbits? Quin impacte social tindrà la prevista futura Internet quàntica? Quines malalties podran diagnosticar millor els futurs sensors quàntics? Quants anys es trigarà a desenvolupar tecnologies quàntiques realment potents, útils per a empreses i clients? Totes aquestes són preguntes que avui no tenen resposta, encara, cosa que de nou és una magnífica notícia, perquè ens porta a un altre brollador de la font inesgotable.

## VI.

Tots aquests són exemples d'algunes àrees, entre moltes altres, en què amb tota probabilitat durant els propers anys i durant dècades es crearan coneixement i tecnologies fortament disruptives, que, per tant, tindran la capacitat de transformar grans sectors econòmics. Si un cataclisme planetari, ja sigui físic o social, no canvia el curs de la història, el progrés tecnològic s'accelerará.

Les oportunitats associades potser no sempre seran benvingudes a priori, com ha passat moltes altres vegades al llarg de la història, i això és degut a una bona raó: involucren el que es coneix com a “destrucció creativa”. Per resumir-ho en una frase autoevident, en l'estil del famós entrenador de futbol que deia que “el partit el guanya qui fa més gols”, en allò de què estem parlant, “per fer una cosa nova sovint has de deixar de fer la que feies abans”. Això sempre involucra un risc i, en qualsevol cas, si no es fa de gust, no és confortable. La resistència al canvi quan una cosa funciona bé és natural, atès que és difícil construir i consolidar

una cosa que funcioni bé; per tant, s'ha de tenir una bona raó per deixar de fer-la. La història té molts exemples d'idees que no han prosperat per prematures i també de negocis que han decaïgut i desaparegut per no haver canviat a temps. Trobar el punt adient és el més difícil i justament és el que fan periòdicament molts dels assistents avui a aquesta conferència.

Per proximitat temàtica, a nosaltres sempre ens ve al cap Eastman Kodak, l'empresa que va créixer durant dècades venent càmeres i carrets de fotografia. A mitjans dels anys noranta, tenia un valor de 28 000 milions de dòlars i 140 000 empleats; l'any 2012 es va declarar en bancarrota. Pel camí van aparèixer les càmeres digitals –que, per afegir dramatisme a la història, s'havien inventat a Kodak mateix anys abans– i després les càmeres als mòbils. Encara es ven material de fotografia en alguns sectors especialitzats, però la dimensió és incomparable.

Jeff Bezos, el fundador d'Amazon, insisteix que l'èxit de la seva empresa “està en funció de quants experiments fem, de quants en fem cada any, cada mes, cada setmana.” Els llocs més innovadors són aquells on la seva gent és més innovadora, on les seves elits són més innovadores.

Jaume Vicens i Vives, a la seva conferència de l'any 1958, posava com a exemples Anglaterra, Alemanya, França, els Estats Units i Itàlia de països on la revolució industrial ja s'havia consumat abans de la Primera Guerra Mundial, i constatava que, per raons conegudes, però que en aquell moment ell no devia poder explicitar, Espanya no havia fet la revolució industrial que hauria pogut fer i que ni bascos ni catalans no l'havien assolit malgrat els grans progressos que havien fet al segle XIX i al primer terç del XX. També manifestava el seu convenciment que les coses podien ser diferents per a la generació que aleshores començava a



liderar, una part de la qual justament és la que va crear el Cercle d'Economia.

Actualment, és clar que una part de la nostra societat ja utilitza la mateixa tecnologia punta que s'empra als països que Vicens Vives posava com a exemple, i als quals ara, de segur, afegiria la Xina, el Japó, Corea i altres de la Unió Europea. No és tan clar que, amb les excepcions que escaigui, la nostra societat ja estigui, també, entre les més avançades del món a crear, dissenyar, produir i comercialitzar tecnologia punta. Les revolucions tecnològiques que abans hem apuntat i que s'aniran desplegant durant les properes dècades són una enorme oportunitat en aquest sentit, entre altres coses perquè, en contrast amb el que passava al país durant tot el segle XX, ara ja tenim la majoria dels elements de l'ecosistema en què aquestes coses poden florir. Ho farem?

## VII.

En quines coses estem preparats i en quines ens falta reforç es pot analitzar a partir de les dades relatives al nostre ecosistema de recerca i innovació. Afortunadament, de dades útils en aquest sentit n'hi ha a dojo. A nivell estatal, la fundació COTEC en publica periòdicament informes exhaustius i acurats. Com a la majoria de països el món, a Espanya el potencial de recerca es concentra en uns quants nuclis, en els quals destaquen les comunitats autònomes de Catalunya, Madrid, Euskadi, Galícia i València. Algunes ciutats d'Andalusia tenen agendes molt actives, també. De les completíssimes dades que menciona el darrer

informe COTEC, només en destacaré una que vostès ja saben, però que és important i que cal corregir. Segons dades de l'Institut Nacional de Estadística i d'Eurostat, l'any 2000 la inversió total en R+D+I a Espanya era la meitat que la mitjana europea en termes de percentatge de PIB (0,9% versus 1,8%); la diferència es va anar reduint fins l'any 2008, i des del 2009 fins al 2019 va tornar a créixer. Al tancament de l'any 2021 era una mica menys d'1,5% a Espanya, semblant a Itàlia, Polònia i Grècia, versus l'1,7% de Portugal, el 2,3% de mitjana a l'Europa dels 27 i el 3,1% d'Alemanya i Àustria. No tot són els diners, però és clar que aquesta és una assignatura pendent molt important per a Espanya i per a la qual calen decisions fermes i molt decidides per tal d'acostar-nos al 2,1% previst per la mateixa Estrategia Estatal de Ciència, Tecnologia e Innovación per a l'any 2027.

Crec que tothom que ho ha analitzat està d'acord que Catalunya lidera clarament en recerca pública a nivell estatal i fa un bon paper a nivell continental, degut entre altres coses a les polítiques públiques iniciades al tombant de segle i continuades des d'aleshores per totes les administracions de la Generalitat. Això és així, malgrat que els recursos disponibles són escassos i en gran part provenen de fonts europees. Tant en sentit literal com figurat pel que fa a aquest sector, aquí hi plou poc, massa poc.

A nivell de Catalunya, hi ha profusió de dades de qualitat publicades per la Direcció General de Recerca, la Direcció General d'Indústria i la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació; aquesta darrera està a punt de publicar-ne un estudi molt aprofundit. Seran alguns centenars de pàgines i analitzaran tant el sector públic com el privat. Avui no hi entrarem, però recomanarem a tothom que hi tingui interès que les consulti.

Només mencionarem una dada que ve a tomb. Segons la Direcció General d'Indústria, actualment Catalunya acull al voltant de dues mil empreses emergents, start-up, que en conjunt tenen uns vint mil treballadors. Això és gairebé el doble que la plantilla de SEAT, una de les grans empreses industrials del país. No es poden treure conclusions superficials d'aquesta comparació sense tenir en compte que SEAT és tractora de moltes altres empreses i altres factors importants en presència. Però sí que es pot concloure que les empreses emergents ja són una part rellevant de l'economia, malgrat que l'esforç en aquesta direcció només s'ha accelerat durant la darrera dècada. A més a més, s'ha de tenir en compte que la vocació de les petites empreses start-up és justament deixar de ser petites.

Si la nostra societat segueix en la línia que estem apuntant en aquesta conferència, algunes empreses emergents actuals o futures tindran un fort impacte en la nostra economia durant les properes dècades, ja sigui mitjançant la seva absorció per empreses més grans existents o perquè les empreses start-up les substituïran.

## VIII.

En qualsevol cas, a banda del que puguem concloure de les dades sectorials, podem fer-nos la pregunta més general, de què fa que les societats siguin pròsperes durant períodes perllongats en el temps? Daron Acemoglu i James Robinson analitzen en profunditat i perspectiva històrica aquesta pregunta en el seu fenomenal llibre titulat *Why Nations Fail*,

que segur que molts de vostès han llegit i gaudit. Naturalment, una pregunta tan profunda té una resposta complexa, que el llibre elabora en detall, però que si s'hagués de resumir en una frase, seria: “Un element central que diferencia les societats que tenen èxit i el mantenen de les que no és la qualitat de les seves institucions.”

Aquesta és una conclusió amb profundes implicacions i que a més a més en té implícita una altra, que podríem resumir en “la qualitat de les seves institucions” i “la mentalitat de les seves persones”. Probablement, una cosa porta l'altra, o l'altra a l'una, però, en qualsevol cas, totes dues són determinants. Naturalment, la història de la humanitat és plena de contingències, de fets totalment atzarosos, que condicionen fortament el destí de persones i nacions, a còpia de posar limitacions a idees o projectes importants i necessaris. Però també és cert que una font de limitacions pot ser simplement autoimposada, construïda a base de pensaments negatius.

Com exemplifica Mike Hayes en el seu llibre titulat *Never Enough*, en un context de situacions molt compromeses, a vegades la decisió no és pas si podem fer una cosa o si tenim la capacitat de fer-la, sinó si estem disposats a dedicar-hi el treball i els sacrificis que seran necessaris.

Si la nostra mentalitat individual i col·lectiva en general dona una resposta positiva a aquesta disjuntiva, ens plantejarem fites difícils, ens sacrificarem i gaudirem mentre lluitem per aconseguir-les, i algunes les assolirem. Em refereixo a fites científiques, tecnològiques i industrials, primícies mundials.

Ens limitem si limitem la nostra imaginació, la nostra voluntat d'intentar coses molt difícils o coses desconegudes simplement perquè ningú les ha fet abans. En canvi, ens impulsem si el sol fet que ningú les hagi fet abans ja és un fort al·licient.

David Deutsch, en el seu llibre titulat *The Beginning of Infinity*, divideix les coses en dos grups: les impossibles, perquè estan prohibides per les lleis de la natura, i les assolibles, sempre que hom adquireixi el coneixement adient. Fer turisme en persona per la Via Làctia està prohibit per una de les lleis més ben establertes de la natura tal com les coneixem avui, com és la relativitat especial d'Einstein. En canvi, potser no està prohibit per cap llei natural produir energia neta de manera massiva amb fusió nuclear, fer plaques fotovoltaïques barates que aprofitin el doble de l'energia que els arriba del Sol que les actuals, capturar diòxid de carboni i metà de l'atmosfera a gran escala i desenvolupar processos industrials eficients que no n'emetin, construir supermaterials i tecnologies disruptives a partir de principis genuïnament quàntics, o guarir o retardar les malalties que s'agrupen sota el nom de càncer o neurodegeneració, i un inesgotable etcètera.

Que una cosa èticament desitjable no s'hagi fet mai pot ser perquè estigui prohibida per les lleis de la natura, perquè a ningú se li hagi acudit o perquè ningú ho hagi intentat amb suficient determinació per sortir-se'n. En aquest darrer cas, en relació amb les raons per les quals no hagi funcionat, potser s'ha de tenir en compte la frase fundacional que va adoptar la Royal Society of London, l'any 1660: "Nullius in verba", que es podria traduir per "No acceptis necessàriament com un fet establert tot el que et diuen".

## IX.

En aquest context, podria ser que un obstacle amb el qual ens haguéssim d'enfrontar fos una frisança excessiva a obtenir resultats econòmicament tangibles. Una pressa que serà justificada, motivada per conjuntures difícils a nivell econòmic i geopolític a escales local i global, que amb certesa la nostra societat haurà d'afrontar. N'hem viscut diverses recentment. Actualment ens trobem afectats per dramàtiques guerres no gaire llunyanes i que ens afecten directament, i tot indica que les creixents tensions polítiques, socials, econòmiques i tecnològiques globals est-oest, nord-sud, donaran disgustos.

Això no obstant, que ens trobem en moments difícils només vol dir que caldrà mantenir ferma la convicció i la determinació col·lectiva.

Mirant altres societats, podem recordar que el president Lincoln va crear l'Acadèmia Nacional de Ciències dels Estats Units l'any 1863, en plena guerra civil, poc després de patir la terrible derrota de Fredericksburg, que amenaçava molt seriosament l'existència mateixa de la societat que ell representava.

També podem trobar inspiració en la Societat Max Planck, una de les joies més preuades que té la humanitat en recerca científica, refundada a partir de l'any 1946 a Alemanya mentre les trummerfrauen, les dones alemanyes d'entre quinze i cinquanta anys, reconstruïen a partir de les runes els habitatges del país, una quarta part dels quals havien quedat totalment destruïts per la guerra, així com la meitat de les escoles. A Alemanya mateixa, més recentment, podem trobar inspiració en les polítiques d'educació i recerca promogudes pels governs liderats per la

cancellera Merkel enmig de les circumstàncies complicades que ja hem viscut a tot Europa en el que portem de segle XXI.

Naturalment, res és perfecte. A Alemanya mateix, enguany fa exactament cent anys, el 1923, que es publicava la versió final dels dos volums del llibre *El declivi d'Occident*, d'Oswald Spengler. Va ser un llibre influent, d'àmplia distribució –se'n van fer més de vuitanta edicions en pocs anys–, que, junt amb la conjuntura europea en la qual va aparèixer, no va ajudar a evitar la tragèdia que va passar uns quants anys més tard. El pessimisme de Spengler incloïa també la ciència, que, en la tesi del llibre, es veuria arrossegada pel declivi cultural general.

El destí va voler que actualment l'any 1923 sigui recordat no pas per l'inici de cap declivi científic, sinó perquè és quan es va començar a produir industrialment la insulina, els efectes de la qual havien estat descoberts a Toronto feia un parell d'anys per Frederick Banting i el seu equip, i va fer possible des d'aleshores la salvació de milions i milions de persones afectades de diabetis. La llegenda diu que en alguns dels primers hospitals infantils on es subministrava, on hi havia barracons plens de desenes d'infants en estat de coma, literalment morint, quan els metges acabaven de subministrar insulina als darrers nens i nenes de la filera de llits, els primers, que l'havien rebuda feia una estoneta, ja es començaven a refer.

El programa de recerca de frontera, la font inesgotable de la qual parlem, oferirà oportunitats d'avenç social i econòmic formidables a la nostra societat, algunes vegades a curt termini, més sovint després de cinc o deu anys, a vegades de quinze o vint. Naturalment, tindrem pressa per aprofitar-les, però si no en tenim més de la que cal, mantindrem tots plegats el rumb i, fent-ho, farem possible que aquestes oportunitats es materialitzin.

## X.

Concloem.

A diferència de la de l'any 1958, la importància d'aquesta conferència no ve donada per la persona que l'ha impartit. Tampoc, en realitat, pel seu contingut. La importància d'aquesta conferència és que s'ha llegit al Cercle d'Economia, a petició de la seva Junta Directiva i sabent de què versaria.

Hem presentat un programa per a les properes dècades, centrat en la importància de la recerca de frontera global com a motor de desenvolupament econòmic sostenible per a una societat avançada econòmicament i socialment com la nostra. Només en alguns llocs del món, suficientment avançats, el programa és, per una banda, necessari, i, per l'altra, realitzable. El nostre país és un lloc ben posicionat per abordar el programa i per gaudir dels seus fruits.

El programa neix de la recerca científica i tecnològica, però els científics i els tecnòlegs hi tenen un rol només com a part d'un ampli ecosistema format per tota mena d'actors imprescindibles i igualment importants, sense els quals, igual que a Yellowstone, la història no podria tenir final feliç. Aquests actors són empresaris, industrials, economistes, inversors, financers, advocats, persones dedicades a la política i a la gestió i la legislació del bé comú, emprenedors, mestres i professors, i un gruix de ciutadans i ciutadanes motivats i compromesos. Necessita, també, líders i persones tractoros d'entre les més influents de la societat, exactament com les que s'apleguen al Cercle d'Economia en general i a l'audiència d'avui en particular.



Així doncs, acabo on he començat: he tingut l'honor d'impartir aquesta conferència amb la convicció que la nostra societat ampliarà de manera ferma i decidida el programa de recerca de frontera com un dels seus eixos estratègics, i que ho farà amb una barreja equilibrada de reptes que tinguin un objectiu explícit, ja sigui industrial, mèdic, econòmic o social, i altres que s'exploraran simplement pel fet que ningú no ho hagi fet abans. Sovint, ja començarem sabent on voldríem arribar i per a què ho voldríem; a vegades serà motivació suficient que ningú, enlloc, no ho hagi assolit abans.

He tingut el goig de fer la conferència amb la convicció que tenim les condicions per gaudir de la font inesgotable de coneixement que treballar en aquesta frontera representa, i també per gaudir del corresponent futur d'oportunitats econòmiques i de desenvolupament humà i social.

El programa del qual hem parlat no és un somni romàntic, sinó una idea madura i realista. És un repte difícil i, per tant, apassionant, que està a l'abast de la nostra generació, que, tornant al mestre Jaume Vicens Vives, té tots els ingredients per crear grans capitans i capitanes de la indústria durant les properes dècades.

Moltes gràcies per la seva atenció.

**AQUEST OPUSCLE HA ESTAT EDITAT  
CONJUNTAMENT PEL CERCLE D'ECONOMIA I  
EDITORIAL VICENS VIVES I S'HA ACABAT  
D'IMPRIMIR A GRÀFIQUES INSTAR, S.A.  
AL NOVEMBRE DE 2023**

 CERCLE D'ECONOMIA

  
Vicens Vives