



CONFERÈNCIA  
JAUME  
VICENS  
VIVES

# UNA FUENTE INAGOTABLE, UN FUTURO DE OPORTUNIDADES

LLUÍS TORNER I SABATA



CERCLE D'ECONOMIA

LLUÍS TORNER I SABATA

**UNA FUENTE  
INAGOTABLE,  
UN FUTURO DE  
OPORTUNIDADES**

## PRÓLOGO

Cuando Jaume Vicens Vives pronunció la conferencia “El capitán de industria español en los últimos cien años”, tenía cuarenta y ocho años y era el principal intelectual activo en la gris Cataluña del franquismo. Era un historiador de prestigio que había creado una escuela que revolucionaría su disciplina y había sido pionero creando un centro de investigación para hacer de Barcelona el principal motor español de la nueva historiografía. Aún no hacía cuatro años que había conseguido redefinir la catalanidad en el ensayo clásico que todavía es *Noticia de Catalunya* y mantenía una interlocución influyente con actores relevantes del poder del Estado y figuras de peso del antifranquismo catalanista.

Su afán de liderar el enderezamiento del país, por decirlo con una expresión que él convirtió en un lema, también se concretó en el afán de identificar y orientar una nueva clase dirigente para que se comprometiera con su sociedad, y así, también a través de la economía, pudiera hacer progresar a una Cataluña que la dictadura había dejado sin rumbo. Esa es la intención profunda de su conferencia, pronunciada cuando ya había acabado de redactar y estaba a punto de publicarse *Industrials i polítics*. Los jóvenes a quienes dirigió aquellas palabras serían los fundadores del Cercle d’Economia.

“El capitán de industria español en los últimos cien años” no incluye la palabra catalán en el título porque la conferencia no habría sido autorizada. Durante años el único testigo de su existencia era un boletín interno del Club Comodín, la entidad pantalla a través de la cual el Cercle se fue consolidando durante la década de los cincuenta del siglo XX. No es casualidad que el académico que en 1980 la publicó por primera vez fuera Ernest Lluch, otra figura nuclear de nuestra institución. Lluch fijó una interpretación luminosa de aquellas palabras: Vicens pensaba históricamente el presente porque pensaba el desarrollo industrial catalán del siglo XIX como un espejo para entender el futuro del país en relación con las transformaciones económicas que vivían los países de nuestro entorno. Esa mirada local e internacional era un llamamiento a la ambición en aquel contexto de autarquía.

En un contexto completamente diferente, pero con la misma ambición, queremos seguir reconociendo la tarea de Vicens y los fundadores del Cercle. Para conmemorar aquella conferencia y dar continuidad al legado de nuestro gran historiador, hemos decidido institucionalizar la Conferencia Jaume Vicens Vives invitando a una figura intelectual de primer nivel para que nos explique, con una mirada larga, su visión del país y de las oportunidades y los retos que el nuevo contexto plantea.

La primera edición tiene como protagonista a Lluís Torner, físico eminente y director del Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO), con la conferencia “Una fuente inagotable, un futuro de oportunidades”. Un agradecimiento muy especial a Lluís Torner por aceptar el reto.

Jaume Guardiola  
Presidente del Cercle d’Economia

## I.

En primer lugar, quería agradecer a la Junta Directiva del Cercle d'Economia el privilegio que me han concedido de impartir esta conferencia.

Querría destacar la excepcional visión de la Junta Directiva al elegir un tema como el que se me sugirió –el de la investigación científica y su importancia para el desarrollo económico– para conmemorar una conferencia tan icónica como la que impartió el Dr. Jaume Vicens Vives hace ahora sesenta y cinco años. Naturalmente, yo no llego ni a la suela de los zapatos del Dr. Vicens Vives, que ofreció una conferencia sobre el pasado de la industria española durante el siglo anterior al año 1958. La Junta Directiva del Cercle ha querido que la conferencia de hoy fuera sobre el futuro y ha considerado que la investigación científica y sus implicaciones económicas eran un elemento esencial para ese futuro. Estoy seguro de que de aquí a sesenta y cinco años la decisión de la Junta Directiva de haber escogido esta temática será considerada visionaria.

También querría mencionar el honor que representa impartir la conferencia ante una audiencia tan extraordinaria como la que hoy se reúne aquí, entre la que me place mucho destacar la presencia de los distinguidos socios del Cercle que lo son desde hace cincuenta años, y espe-

cialmente de algunos de los fundadores del propio Cercle, como el Sr. Joan Mas Cantí. Estoy hablando ante muchas de las personas que han construido, y están construyendo, lo que nuestra sociedad es actualmente, las personas que han hecho posible que ahora nos podamos plantear retos de categoría global como los que la conferencia propondrá hoy. Sin su visión y sus contribuciones, en todos los terrenos, el contenido de mi intervención de hoy no tendría sentido.

En su conferencia del año 1958, el Dr. Vicens Vives habló magistralmente del pasado; yo tengo el encargo de intentar esbozar cosas que podrían pasar en el futuro. Me tendrán que otorgar alguna licencia y ser comprensivos de que no lo hago con arrogancia, sino con modestia y, eso sí, con convicción.

Así pues, con su permiso, empiezo por el final.

Tengo el honor de leer esta conferencia con la convicción de que nuestra sociedad ampliará de forma firme y decidida el programa de investigación de frontera, entendida como aquella que busca descubrir, construir o hacer cosas que no ha hecho nunca nadie antes en el mundo –cosas que no ha hecho nunca nadie, en ningún lugar– y que lo hará con una mezcla equilibrada de retos que tengan un objetivo explícito, ya sea industrial, médico, económico o social, y otros que se explorarán simplemente porque nadie lo ha hecho antes.

En ambos casos, celebrados los descubrimientos, pondremos rápidamente a trabajar a todos los instrumentos necesarios (empresarios, emprendedores, abogados, financieros, etc.) para dotar de utilidad a lo que encontremos en el menor plazo de tiempo y para ponerlo en práctica en la industria de nuestro país. No obstante, a veces ya empezare-

mos sabiendo dónde querríamos llegar y para qué lo querríamos, pero a veces será motivación suficiente que nadie lo haya logrado antes.

No intentaremos o exploraremos cualquier cosa; hay cosas que, basándonos en nuestros valores y códigos éticos, acordaremos no hacer, sea cual sea su retorno potencial.

Trabajaremos en la frontera, justo encima de la línea que separa “lo que se sabe” de lo que “no se sabe”, lo “conocido” de lo “desconocido” para la humanidad en conjunto. Esa es una línea borrosa y continuamente cambiante. Empujarla adelante es fascinante, importante y útil, y consiste en adentrarse en un camino que estará lleno de sorpresas, dado que en el universo hay cosas que sabemos que seguramente sabemos, hay cosas que sabemos que no sabemos, y seguro que también hay muchas cosas que ni siquiera sabemos que no sabemos.

Doy la conferencia con la convicción de que tenemos las condiciones para disfrutar de la fuente inagotable de nuevos conocimientos que trabajar en esa frontera representa, y también para disfrutar del correspondiente futuro de oportunidades económicas y de desarrollo humano y social que esos nuevos conocimientos harán posible.

Cómo he apuntado antes, tenemos las condiciones gracias a la visión y las contribuciones de numerosas personas en todos los terrenos. En el terreno de la investigación, no las tendríamos sin otro muy distinguido miembro del Cercle d’Economia, el Dr. Andreu Mas-Colell.

## II.

En 1995, se reintrodujeron un par de docenas de lobos grises en el parque nacional de Yellowstone, situado en el noroeste de Estados Unidos de América. Los lobos provenían de la región de Alberta, en Canadá, puesto que en Yellowstone no había desde los años treinta, hacía más de sesenta años. En su ausencia, la población de rumiantes había crecido de forma exagerada, hasta el punto de reducir drásticamente en todo el parque la presencia de algunas plantas y arbustos, y, en consecuencia, de las diferentes especies de animales que los necesitan.

Durante los primeros años después de la reintroducción, se oían algunas voces alarmadas, dado que, como era previsible, el número total de rumiantes cayó fuerte y rápidamente.

No obstante, a medida que los lobos fueron equilibrando el tamaño de los rebaños y, sobre todo, que estos evitaran los lugares donde era más fácil cazarlos, empezó un proceso que tendría profundas consecuencias: pudieron volver a crecer hierbas, flores, matorrales y plantas en todas partes, también en las zonas en las que antes habían pacido más, cerca de los riachuelos; eso permitió que volvieran insectos y varias especies de pájaros, y también algunos animales que viven cerca de los ríos, como los castores. La forma de vivir de los castores hace que construyan pequeñas presas hechas de vegetación, lo que, a su vez, permitió la vuelta de los pequeños reptiles, anfibios y ratones de agua que viven ahí. Así mismo, la presencia del lobo mantuvo a raya los coyotes, lo que permitió aumentar las poblaciones de topos, conejos y roedores. Y también los rumiantes, que quedaron en un número más equilibrado, podían paecer en hierbas más frescas y sanas.

Pasados unos años, el resultado de todo aquello no fue solo un aumento de la variedad de animales y plantas presentes en el parque, sino también la transformación del paisaje y de los ríos y riachuelos, la recuperación de las riberas, que pasaron a ser más ricas y estables, y en general mucha menos erosión en todos los estratos. Un entorno sumido en la depresión volvió a ser un lugar vibrante, vivo, rico y dinámico. El pequeño cambio introducido con mesura produjo un enorme milagro.

### III.

Esta historia, que muchos de ustedes ya conocían, nos describe un escenario en el que el elemento clave es la presencia de una diversidad de actores (grandes y pequeños, animales y vegetales, vivos e inanimados), que si están presentes en su justa medida se autorregulan, equilibran y ayudan mutuamente –inconscientemente– sin intervención externa. La presencia equilibrada y rica de actores es la mejor manera de que todos ellos prosperen.

En nuestro país, en el ámbito de investigación ya tenemos a todos los actores presentes, quizás no bastante consolidados y quizás la mayoría necesitan mejorar, como en los primeros años de la historia de Yellowstone; pero, a diferencia de dos décadas atrás, ahora la mayoría ya están presentes.

La generación anterior a la nuestra asumió el reto enorme de construir un sistema de investigación prácticamente de la nada y legarnos un sistema sólido, que permitiera hacer ciencia de calidad y que algunos

científicos excepcionales que el país producía pudieran lograr hitos extraordinarios, a menudo empezados aquí y acabados fuera. Nuestra generación, por primera vez en la historia, tiene instituciones de investigación con la ambición, los hábitos y la capacidad de hacer que los científicos y tecnólogos logren hitos extraordinarios también aquí.

Un ingrediente clave de la receta es formar, retener, atraer, nutrir, cuidar y premiar el talento. Bill Joy, el cofundador de Sun Microsystems, popularizó la constatación de la importante advertencia “seas quien seas, la mayoría de las personas más inteligentes trabajan para otro”. Por su parte, Steve Jobs, de Apple, insistía en que “no tiene sentido contratar a gente inteligente y después decirles qué tienen que hacer; nosotros contratamos a gente inteligente para que nos digan qué tenemos que hacer”.

Una vez se dispone del talento, otro ingrediente clave es asegurar que persigue decididamente la excelencia, la calidad y la relevancia, y que se desarrolla en un ecosistema rico y diverso, con empresas grandes, empresas medianas, empresas start-up pequeñas - pero fuertemente dinámicas- e inversores igualmente dinámicos y visionarios.

#### IV.

Antes de la revolución científica, antes del siglo XVII, simplificando un poco pero no mucho, el dogma era que todo lo que merecía la pena saber ya se había descubierto. La revolución científica lo cuestionó y eso nos ha llevado a los grandes adelantos que conocemos, totalmente

inimaginables para la gente de aquella época e incluso para la del comienzo del siglo XX. Paradójicamente, hoy, en pleno siglo XXI, diríamos lo contrario que antes del XVII: nos damos cuenta de que sabemos muchas cosas, pero en comparación con lo que queda por saber, sabemos muy poco.

Nos puede confundir lo que pasa con las tecnologías de la información, las llamadas TIC, de las que parece que sabemos mucho. De hecho, efectivamente, sabemos excepcionalmente bien cómo hacer chips de un material, el silicio y sus variantes, y que esos chips hagan algunas cosas extraordinariamente bien y las hagan extraordinariamente rápido. Sabemos mucho de un material, de cómo fabricar chips con él y de cómo hacer con ellos varias cosas, a partir de lo cual hemos desarrollado una tecnología cada vez más poderosa para ciertas tareas y que nos ha permitido construir muchas de las herramientas que son definitorias de nuestra civilización: ordenadores, Internet, móviles, sensores, robots, aparatos médicos, etc. El progreso ha sido realmente extraordinario: Gordon Moore, uno de los fundadores de Intel en 1968, ya entrado en el siglo XX, decía bromeando que “si durante estas décadas la industria de la automoción hubiera progresado tanto como la de los semiconductores, hoy en día solo habría que llenar una vez el depósito de combustible del coche durante toda su vida útil”.

Sabemos tanto de fabricar chips de silicio y de aprovechar que podemos programarlos para hacer cosas a base de fuerza bruta, a base de repetir incesantemente varias operaciones lógicas, que podríamos confundirnos respecto a lo que realmente sabemos en general.

Porque, ¿qué le pasa exactamente a una célula de un ser vivo cuando enferma, sobre todo de aquellas enfermedades que la medicina actual

no sabe curar? ¿Cómo se puede evitar la demencia o acortar el periodo de envejecimiento –sin acortar la vida? ¿Cómo podemos generar la energía, los alimentos, las herramientas y todos los medios de trabajo, transporte y de funcionamiento de las sociedades modernas de forma sostenible para el planeta? Todavía no lo sabemos.

Sabemos muchas cosas, pero en comparación con lo que está por descubrir, sabemos muy poco, lo que en parte es una magnífica noticia, pues significa que estamos ante una fuente inmensa, con toda probabilidad inagotable. Lo que brote de esa fuente nos será muy necesario. Lo será para seguir avanzando, tener vidas más plenas y tenerlas para más gente, y hacerlo sin destruirnos.

Porque, visto en perspectiva, algún pasado nos puede parecer mejor solo si lo idealizamos, pero en términos generales cualquier pasado ha sido siempre mucho peor. Descontando fluctuaciones temporales, el presente es mucho mejor económicamente, en libertades, en derechos, en salud y en general en la capacidad de vivir una vida plena escogida en parte voluntariamente.

La revolución industrial permitió que para repartir riqueza, prosperidad y bienestar entre los humanos habitantes de la Tierra no fuera necesario hacer trozos de pastel cada vez más pequeños, sino que se podían crear nuevos pasteles, muchos más pasteles. Pero ese progreso lo hemos logrado poniendo poca atención en que la Tierra es un lugar extraordinario, pero finito, gobernado por las leyes de un sistema físico muy complejo, pero finito. Un sistema que puede producir muchos pasteles, pero que es finito. Y un lugar que probablemente es el único donde podamos vivir, porque cualquier alternativa está simplemente demasiado lejos.

Algunos colegas famosos, como Stephen Hawking, han dicho que en el futuro la humanidad tendrá que encontrar maneras de marcharse de la Tierra para sobrevivir yéndose a otro planeta parecido al nuestro. No obstante, hay que entender que Hawking eso lo decía en el contexto de la posible colisión contra la Tierra de un asteroide como el que seguramente provocó la extinción de los dinosaurios, y, en todo caso, lo decía sabiendo que, con la ciencia que conocemos hoy, cualquier otro lugar fuera del sistema solar está demasiado lejos para poder viajar a él.

La limitación de viajar en persona fuera del sistema solar no es tecnológica, sino impuesta por las leyes de la naturaleza tal como las conocemos hoy. La física cuántica hace posible la teleportación, pero es teleportación de información, no de materia. A la velocidad del aparato espacial más rápido construido hasta la actualidad, el Parker Space Craft, construido para observar el Sol de cerca y que llegó a 160 kilómetros por segundo en el espacio interplanetario a base de tomar impulso cuando pasó cerca de Venus, se tardarían 7 000 años en llegar a Próxima Centauri, la estrella más cercana. Parker es pequeño y, naturalmente, no puede transportar humanos. La NASA publicó hace pocas semanas que el coste de traer piedras de Marte a la Tierra es de como mínimo 11 000 millones de dólares. Desengañémonos: cualquier lugar fuera del sistema solar está demasiado lejos para ir a vivir. Esta es y será nuestra única casa y la tenemos que cuidar. Y durante los últimos dos siglos no lo hemos hecho. A partir de ahora estamos obligados a ello, lo que se puede ver como un quebradero de cabeza y también como una oportunidad. Es un poco ambas cosas, pero sin duda es una inmensa oportunidad.

Durante las próximas décadas el mundo tendrá que afrontar todo tipo de retos, pero el reto climático será uno de ellos durante como mínimo

todo el siglo XXI, porque no afrontarlo tendría consecuencias profundas en todos los niveles de la sociedad, que transformarían el entorno donde vivimos, no en la buena dirección. Según los datos recopilados por la organización Climate Central, la secuencia de años recientes ha dado el periodo global más caliente de los últimos 100 000 años, y no se trata de un proceso lento o aislado, sino de una evolución continua y acelerada. El verano pasado, en la región de Xinjiang, en el noroeste de China, se registraron 52,2 °C y, más cerca, en el aeropuerto de Valencia, se llegó a 46,8 °C. La revista Nature publicó hace pocas semanas un importante estudio de los explícitos efectos adversos de las oleadas extremas de calor y humedad en la salud humana, y eso no es nada en comparación con la afectación en la agricultura, la sequía y disponibilidad de agua, y con los posibles cambios meteorológicos globales.

Energía limpia, agua potable, recursos naturales, agricultura, materiales de construcción, captura de carbono y otros gases de efecto invernadero, sistemas electrónicos de bajo consumo, etc. Todo ello requerirá profundos adelantos, algunas revoluciones tecnológicas e industriales, quizás algunas revoluciones científicas, que a su vez representarán fantásticas oportunidades, también de aspecto económico. Creo que se puede decir, sin exagerar, que la humanidad tendrá que evolucionar, de forma gradual o repentina, hacia una nueva época. No será fácil y la única posibilidad es, en paralelo a la adopción de nuevas actitudes, descubrir y desarrollar nuevas tecnologías.

Peter Diamandis dice: “¿Quieres ser milmillonario? Pues ayuda a millones de personas.” Hacer que nuestra actividad sea sostenible y amable con el planeta a todos los niveles es el ejemplo más claro, porque ayudará a los nueve mil millones de habitantes de la Tierra, de ahora y sobre todo del futuro. Las oportunidades que surgirán de enfo-

car la actividad humana a la sostenibilidad serán fenomenales, en la organización de las ciudades, la industria, el transporte, la movilidad, los servicios, la alimentación, el turismo, la conectividad, etc. Grandes oportunidades económicas y grandes oportunidades de impacto social.

## V.

### a.

El caso de la energía futura que tiene que emplear la humanidad es un ejemplo. Los esfuerzos para obtener una fuente de energía basada en la fusión nuclear han dado algunos resultados importantes durante los últimos años. Por ejemplo, este verano, el día 30 de julio, los 192 láseres de la National Ignition Facility, con sede en California, enfocados a una pequeña cápsula de deuterio y tritio, isótopos pesados de hidrógeno, provocaron una reacción de fusión que produjo más energía de la que llevaban los rayos láser que se enviaron sobre la cápsula. Fue la segunda vez en pocos meses que se lograba una “ganancia de energía” en un experimento de ese tipo. Es un gran paso, pero aún muy lejos de convertirse en una fuente de energía en la práctica. Además, el experimento tiene la medida de un campo de fútbol y solo está al alcance de grandes países. España participa en el programa ITER, que tiene la sede central en Francia, en Cadarache, entre Marsella y Niza, y que es un experimento conjunto entre Europa, Estados Unidos, China, India, Japón, Corea y Rusia. Un gigante que se compara con el programa Apolo o el proyecto Manhattan, y que en algún momento habría podido venir a Vandellòs, en Tarragona. Vino una parte pequeña, pero

importante, la agencia Fusion for Energy, que tiene la sede principal en Barcelona.

En cambio, hay otras muchas áreas en las que el tamaño de los experimentos y, por lo tanto, de las inversiones necesarias, no es tan importante como lo son la creatividad y la generación de ideas nuevas. Son áreas que durante las últimas décadas ya han experimentado adelantos espectaculares, pero en las que todavía queda mucho por hacer. Por ejemplo, el coste de la energía solar fotovoltaica a mediados de la década de los setenta era de cien dólares por vatio, y ahora es de veinte o treinta céntimos por vatio. Es decir, un par de centésimas del valor del año 1975. Y sigue bajando. No obstante, la eficiencia en transformación de energía solar a eléctrica de los paneles comerciales convencionales actuales es de alrededor del 20%, mientras que el máximo absoluto que parece que la naturaleza permite es el llamado límite teórico termodinámico, que es del 95%, o quizás el límite más práctico que propusieron Shockley y Queisser y que en su versión más completa pone el techo potencialmente alcanzable en cerca del 87%. Sea como sea, queda mucho camino por recorrer.

Durante el mismo periodo del que hablamos, el dióxido de carbono emitido a la atmósfera a partir de combustibles fósiles se ha doblado, hasta unos 35 000 millones de toneladas/año, y a pesar de que últimamente el ritmo se ha frenado, el total anual sigue creciendo. Desde hace unos años, se han iniciado vigorosos programas de investigación, también en la industria, en lo que se denomina CCUS (Carbon Capture, Usage and Storage), y que, como su nombre indica, busca encontrar maneras de capturar el dióxido de carbono antes, durante o después de la combustión de los combustibles fósiles. Se trabaja en docenas de ideas, incluso en sistemas que capturan el dióxido de carbono de la

atmósfera. No obstante, todos los sistemas CCUS actuales juntos pueden capturar solo un 0,1% del que se emite, y son muy caros. El objetivo final es llegar a “emisiones negativas”, y, de nuevo, la parte buena de la noticia es que está todo por hacer. Todo un mundo para explotar, para generar beneficio industrial gigante y para hacer un bien histórico, posiblemente existencial, a una gran parte de la humanidad. Un manantial que tendría que brotar a chorros durante las próximas décadas.

La generación de combustibles no fósiles, como el hidrógeno y otros, realizada de manera realmente limpia, barata y eficiente, es otro ámbito en el que durante las próximas décadas tendría que haber oportunidades formidables. El uso de hidrógeno como combustible produce esencialmente agua como escape. Su uso amplio podría empezar sustituyendo gradualmente a los combustibles fósiles en las industrias de los fertilizantes y del acero o en los camiones de largo recorrido. De todos modos, nadie lo producirá a gran escala hasta que no haya suficientes clientes interesados en él, y los clientes son reticentes a cambiar al hidrógeno sin un suministro constante, estable y barato.

Una salida del atolladero se puede inspirar en lo que hemos mencionado respecto a las tecnologías fotovoltaicas: cuanto más se producen, más baratas se vuelven. Así pues, hace pocas semanas, la administración americana anunció ayudas por valor de 7 000 millones de dólares, que se sumarían a como mínimo 40 000 millones de inversiones privadas, para ponerse manos a la obra en EE. UU. De todas maneras, en cuanto al nivel de eficiencia en la generación y uso limpio del hidrógeno, estamos en el principio. Por ejemplo, algunos de los métodos industriales actualmente más maduros se basan en el llamado hidrógeno azul, que utiliza metano, un gas mucho más nocivo que el dióxido de carbono para el efecto invernadero si se escapa hacia la atmósfera.

En resumen, habrá que encontrar métodos radicalmente mejores, lo que no será fácil y, de nuevo, ofrecerá una riquísima fuente de innovaciones durante décadas.

**b.**

Cambiamos de tema. Un ser vivo es posiblemente lo más maravilloso que hay en el universo. ¿Cómo se las arreglan los diez millones de millones de células individuales para organizarse en un ser humano y mantenerlo funcionando durante muchas décadas, en algunos casos casi un siglo, a menudo con muy pocos errores que ellas mismas no puedan reparar? Cuando se sepa la respuesta a esta pregunta, ¿se podrán evitar los procesos que hacen que muchas células se organicen para hacer cosas no deseadas, como el cáncer?

¿Cómo consigue el cerebro humano coordinar el funcionamiento global de todo el cuerpo con un consumo de solo una docena de vatios, que es lo que gasta una pequeña lámpara LED? ¿Cómo lo hacen los 86 000 millones de neuronas que hay en el cerebro, junto con un número similar de otros tipos de células no neuronas, para trabajar juntas, haciendo tanto y consumiendo tan poco? ¿Qué pasa exactamente, tanto a nivel molecular como mesoscópico, cuando las conexiones individuales y el sistema en su conjunto empiezan a fallar? Cuando se vaya sabiendo parcialmente la respuesta, ¿se podrá emplear el conocimiento para evitar enfermedades mentales o neurodegenerativas prematuras?

Estamos ante preguntas brutalmente complejas, pero abordables. Hace apenas un mes, el grupo de revistas Science, unas de las publicaciones científicas más prestigiosas del mundo, publicó resultados del proyecto

BRAIN, el mapa más completo nunca hecho del tipo de células y sus funciones en el cerebro de humanos y primates no humanos. El anuncio concluyó con la proclama: “¡La era de la investigación celular del cerebro humano llama a la puerta!” Una puerta que abre el camino hacia un universo fuertemente desconocido, que llevará a importantísimos nuevos conocimientos durante las próximas décadas. Para traspasar la puerta y participar en la exploración de lo que haya detrás, para beber de la fuente de conocimiento que se generará, no hacen falta infraestructuras gigantescas, sino equipos y personas que están perfectamente al alcance de sociedades como la nuestra.

c.

Adentrémonos brevemente en otro ámbito, quizás el de más rabiosa actualidad: la llamada inteligencia artificial. Muchas personas expresan recelo, cuando no directamente miedo, a la inteligencia artificial, sobre todo desde que hemos visto que tiene capacidades que se denominan “generativas”. El hecho es que, para la humanidad en su conjunto, la robotización y la automatización han sido una bendición, porque han aumentado extraordinariamente la productividad y han reducido en gran medida trabajos monótonos, repetitivos, físicamente peligrosos o extenuantes. Según los datos del Banco Mundial, el producto interior bruto global se ha multiplicado por diez a precios constantes desde mediados del siglo XX hasta la actualidad. Una gran parte de este aumento ha sido causado por la mejora de la productividad debida a la robotización y la automatización en general. Está claro que de lo que ahora estamos hablando ya no es automatización, sino que lo que la ley de Moore y los algoritmos han puesto en nuestras manos es una herramienta radicalmente más poderosa.

Por una parte, las nuevas capacidades de esta herramienta volverán a hacer que trabajos actuales desaparezcan. No obstante, aparecerán otros nuevos, que realizarán y dirigirán humanos. Por otra parte, la inteligencia artificial seguirá haciendo que se pueda minimizar la dedicación de personas a ciertos trabajos y tener más tiempo de calidad. Además, con seguridad nos permitirá hacer cosas que ahora quizás solo imaginan los escritores de ciencia ficción.

El problema potencial es que, claro, cuanto más poder, más riesgo. Por lo tanto, la preocupación está plenamente justificada, dado que hay grandísimos retos en el uso y la regulación de esta herramienta. John Taschek lo describe con una frase redonda: “La IA ayudará a las buenas personas a ser mejores y a las malas personas a ser peores.”

Lo mismo ocurre con otras tecnologías a disposición de la humanidad. Se puede tomar un avión para visitar a los abuelos que viven lejos o para empotrarlo en las Torres Gemelas. Los aparatos de rayos X, la anestesia y muchos fármacos son letales a dosis erróneas, pero a nadie sensato se le ocurre sacarlos de la circulación. Lo que todo el mundo quiere y pide, y se ha logrado, es que su uso sea fuertemente regulado. Regular la inteligencia artificial, debido a su naturaleza, presenta un reto formidable, mucho más complejo, pero ¿por qué dudamos de si lo lograremos, de igual modo que hemos hecho con tantas otras cosas?

De todas maneras, sea cual sea la evolución y los usos que la humanidad haga de la inteligencia artificial, lo que sí es seguro es que la tecnología que la sustenta contiene en sí misma retos profundos. Son temas demasiados técnicos para nuestro objetivo de hoy, pero mencionaremos solo tres, ilustrativos. Uno, el desarrollo de los propios algoritmos, a todos los niveles y en todos los sectores. Dos, la necesidad de inventar tecno-

logía y hardware diferentes para ejecutar los algoritmos. Tres, la necesidad de descubrir y desarrollar nuevas formas de fabricar los chips mismos, dado que los métodos actuales utilizan todavía gases de efecto invernadero, que una vez emitidos se mantienen en la atmósfera durante miles de años.

El consumo de energía de las actuales infraestructuras y equipamientos de computación y telecomunicaciones está alrededor del 10% del consumo de electricidad mundial, un porcentaje que con el uso masivo de la inteligencia artificial seguirá creciendo. Los superordenadores más potentes actualmente en funcionamiento consumen un par de docenas de MW/h. En uno de los últimos congresos sobre la temática, celebrado en Amberes la primavera pasada y donde están presentes todas las grandes empresas fabricantes de chips del mundo, había unanimidad en que el reto actual y de las próximas décadas no es más potencia de computación, como ha sido tradicionalmente, sino que es descubrir tecnología que opere con consumo reducido y que involucre procesos de fabricación mucho más limpios. ¿Cómo lo haremos? No se sabe y seguro que no será fácil. Por lo tanto, en parte, buenas noticias: mucho trabajo y oportunidades.

#### **d.**

La Tierra se denomina el planeta azul porque gran parte de su superficie está ocupada por los océanos. Ese color tan característico es una de las cosas que emocionó más a los astronautas de las misiones Apolo cuando vieron el planeta desde la órbita lunar. Dos tercios de la superficie de la Tierra están recubiertos de agua y se necesita mucha agua para llenar océanos que tienen profundidades de kilómetros: hasta once kilómetros en algunos puntos del océano Pacífico.

Hay mucha agua en la Tierra; se pueden llenar millones de trillones de vasos con el agua que hay en los océanos de la Tierra. No obstante, hay más átomos en un solo vaso de agua que vasos de agua en todos los océanos de la Tierra juntos.

Los átomos son muy pequeños.

Parecía un hito inabarcable llegar a controlarlos uno a uno, y de hecho era muy difícil, pero se ha logrado y hoy en día las entidades de investigación y las empresas del mundo que se dedican a ello lo hacen rutinariamente. Lo hacen con un doble objetivo: por un lado, seguir explorando cómo funciona la materia en la escala más íntima; y, por otro, explotar los fenómenos que tienen lugar en esa escala con el objetivo de desarrollar tecnologías radicalmente nuevas.

Los átomos –si están muy aislados– pueden estar en superposiciones cuánticas –estados como el famoso “Gato de Schrödinger”. También pueden estar en estados de entrelazamiento cuántico, concepto extraño que incomodaba profundamente a Einstein y que da lugar a efectos tan contraintuitivos como la teleportación. Comunicaciones cuánticas, computación cuántica, aparatos de imagen médica cuánticos, materiales cuánticos. A todo eso lo llaman la segunda revolución cuántica.

La llamada primera revolución cuántica, entre otras cosas, permitió la comprensión y utilización de los materiales semiconductores y, por lo tanto, la aparición del transistor y de la electrónica en la forma en la que la conocemos hoy. Otro producto de la primera revolución cuántica es el láser. El transistor y el láser han hecho posible las tecnologías de la computación y de las comunicaciones, que definen la llamada sociedad digital, que es en parte definitoria de nuestra civilización. Los fenóme-

nos cuánticos y las tecnologías asociadas están también en el corazón de algunos aparatos de imagen avanzada y de diagnóstico utilizados rutinariamente en los hospitales –la resonancia magnética, la tomografía avanzada (por ejemplo, los aparatos de RMN y las PET), y en terapias para oncología.

Con lo que sabemos hoy, no diríamos que la segunda revolución cuántica tenga que ser tan transformadora para nuestra civilización como lo ha sido la primera. No obstante, tampoco consta que nadie –con la excepción de algún escritor de ciencia ficción– fuera capaz de predecir, en los años sesenta, lo que actualmente aquella revolución ya ha hecho una realidad.

Lo que es completamente seguro es que de aquí a cincuenta años el mundo será muy diferente y que las futuras tecnologías físicas, químicas, médicas, de nuevos materiales y de manipulación de la información que habrán emergido de la exploración del mundo cuántico habrán contribuido a su transformación. ¿En qué grado y en qué ámbitos? ¿Qué impacto social tendrá la prevista futura Internet cuántica? ¿Qué enfermedades podrán diagnosticar mejor los futuros sensores cuánticos? ¿Cuántos años se tardará en desarrollar tecnologías cuánticas realmente potentes, útiles para empresas y clientes? Todas esas son preguntas que aún hoy no tienen respuesta, lo que de nuevo es una magnífica noticia, ya que nos lleva a otro manantial de la fuente inagotable.

## VI.

Todos esos son ejemplos de varias áreas, entre otras muchas, en las que con toda probabilidad durante los próximos años y durante décadas se crearán conocimiento y tecnologías fuertemente disruptivas, que, por lo tanto, tendrán la capacidad de transformar grandes sectores económicos. Si un cataclismo planetario, ya sea físico o social, no cambia el curso de la historia, el progreso tecnológico se acelerará.

Las oportunidades asociadas quizás no siempre serán bienvenidas a priori, como ha pasado otras muchas veces a lo largo de la historia, y eso es debido a una buena razón: involucran lo que se conoce como “destrucción creativa”. Para resumirlo en una frase autoevidente, en el estilo del famoso entrenador de fútbol que decía que “el partido lo gana quién mete más goles”, en aquello de lo que estamos hablando hoy, “para hacer una cosa nueva a menudo hay que dejar de hacer la que hacías antes”. Eso siempre involucra un riesgo y, en cualquier caso, si no se hace a gusto, no es confortable. La resistencia al cambio cuando una cosa funciona bien es natural, dado que es difícil construir y consolidar una cosa que funcione bien; por lo tanto, hay que tener una buena razón para dejar de hacerla. La historia tiene muchos ejemplos de ideas que no han prosperado por prematuras y también de negocios que han decaído y desaparecido por no haber cambiado a tiempo. Encontrar el punto adecuado es lo más difícil y justamente es lo que hacen periódicamente muchos de los asistentes hoy en esta conferencia.

Por proximidad temática, a nosotros siempre nos viene a la cabeza Eastman Kodak, la empresa que creció durante décadas vendiendo cámaras y carretes de fotografía. A mediados de los años noventa, tenía

un valor de 28 000 millones de dólares y 140 000 empleados; en 2012 se declaró en bancarrota. Por el camino aparecieron las cámaras digitales –que, para añadir dramatismo a la historia, se habían inventado en la propia Kodak años antes– y después las cámaras en los móviles. Todavía se vende material de fotografía en algunos sectores especializados, pero la dimensión es incomparable.

Jeff Bezos, el fundador de Amazon, insiste en que el éxito de su empresa “está en función de cuántos experimentos hagamos, de cuántos hacemos cada año, cada mes, cada semana.” Los lugares más innovadores son aquellos donde su gente es más innovadora, donde sus élites son más innovadoras.

Jaume Vicens Vives, en su conferencia del año 1958, ponía como ejemplos Inglaterra, Alemania, Francia, los Estados Unidos e Italia de países donde la revolución industrial ya se había consumado antes de la Primera Guerra Mundial, y constataba que, por razones conocidas, pero que en aquel momento él no debía de poder explicitar, España no había hecho la revolución industrial que habría podido hacer y que ni vascos ni catalanes lo habían logrado a pesar de los grandes progresos que habían hecho en el siglo XIX y en el primer tercio del XX. También manifestaba su convencimiento de que las cosas podían ser diferentes para la generación que entonces empezaba a liderar, una parte de la cual justamente es la que creó el Cercle d’Economia.

Actualmente, está claro que una parte de nuestra sociedad ya utiliza la misma tecnología punta que se emplea en los países que Vicens Vives ponía como ejemplo, y a los cuales ahora, a buen seguro, añadiría China, Japón, Corea y otros de la Unión Europea. No está tan claro que, con las excepciones que correspondan, nuestra sociedad ya esté,

también, entre las más avanzadas del mundo en crear, diseñar, producir y comercializar tecnología punta. Las revoluciones tecnológicas que antes hemos apuntado y que se irán desplegando durante las próximas décadas son una enorme oportunidad en ese sentido, entre otras cosas porque, en contraste con lo que pasaba en el país durante todo el siglo XX, ahora ya tenemos la mayoría de los elementos del ecosistema en el que estas cosas pueden florecer. ¿Lo haremos?

## VII.

En qué cosas estamos preparados y en cuáles nos falta reforzarnos se puede analizar a partir de los datos relativos a nuestro ecosistema de investigación e innovación. Afortunadamente, datos útiles en este sentido hay en abundancia. A nivel estatal, la fundación COTEC publica periódicamente informes exhaustivos y cuidadosos. Como en la mayoría de los países del mundo, en España el potencial de investigación se concentra en unos núcleos, en los que destacan las comunidades autónomas de Cataluña, Madrid, Euskadi, Galicia y Valencia. Algunas ciudades de Andalucía tienen también agendas muy activas. De los completísimos datos que menciona el último informe COTEC, solo destacaré uno que ustedes ya saben, pero que es importante y que hay que corregir. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y de Eurostat, en 2000 la inversión total en I+D+I en España era la mitad de la media europea en términos de porcentaje de PIB (0,9% versus 1,8%); la diferencia se fue reduciendo hasta el año 2008, y desde 2009 hasta 2019 volvió a crecer. Al cierre del año 2021 era algo menos de

1,5% en España, parecido a Italia, Polonia y Grecia, versus el 1,7% de Portugal, el 2,3% de media en la Europa de los 27 y el 3,1% de Alemania y Austria. El dinero no lo es todo, pero está claro que esta es una asignatura pendiente muy importante para España y para la que hacen falta decisiones firmes y muy decididas para acercarnos al 2,1% previsto por la propia Estrategia Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación para el año 2027.

Creo que todo el mundo que lo ha analizado está de acuerdo en que Cataluña lidera claramente en investigación pública a nivel estatal y hace un buen papel a nivel continental, debido entre otras cosas a las políticas públicas iniciadas en el principio de este siglo y continuadas desde entonces por todas las administraciones de la Generalitat. Eso es así, a pesar de que los recursos disponibles son escasos y en gran parte provienen de fuentes europeas. Tanto en sentido literal como figurado en cuanto a este sector, aquí llueve poco, demasiado poco.

A nivel de Cataluña, hay profusión de datos de calidad publicados por la Dirección General de Investigación, la Dirección General de Industria y la Fundación Catalana para la Investigación y la Innovación; esta última está a punto de publicar un estudio muy detallado. Serán algunos centenares de páginas y analizarán tanto el sector público como el privado. Hoy no entraremos en ello, pero recomendaremos a todo el mundo que tenga interés que consulte el estudio.

Solo mencionaremos un dato especialmente relevante. Según la Dirección General de Industria, actualmente Cataluña acoge alrededor de dos mil empresas start-up, que en conjunto emplean unos veinte mil trabajadores. Esto es casi el doble que la plantilla de SEAT, una de las grandes empresas industriales del país. No se pueden sacar conclusio-

nes superficiales de esta comparación sin tener en cuenta que SEAT es tractora de otras muchas empresas y otros factores importantes en presencia. Pero sí se puede concluir que las empresas start-up ya son una parte relevante de la economía, a pesar de que el esfuerzo en esta dirección solo se ha acelerado durante la última década. Además, se debe tener en cuenta que la vocación de estas pequeñas empresas emergentes es justamente dejar de ser pequeñas.

Si nuestra sociedad sigue en la línea que estamos apuntando en esta conferencia, algunas empresas start-up actuales o futuras tendrán un fuerte impacto en nuestra economía durante las próximas décadas, ya sea mediante su absorción por empresas más grandes ya existentes o por la sustitución de algunas de estas últimas.

## VIII.

En cualquier caso, además de lo que podamos concluir de los datos sectoriales, ¿podemos hacernos la pregunta más general de qué hace que las sociedades sean prósperas durante periodos prolongados en el tiempo? Daron Acemoglu y James Robinson analizan en profundidad y perspectiva histórica esa pregunta en su fenomenal libro titulado *Why Nations Fail*, que seguro que muchos de ustedes han leído y disfrutado. Naturalmente, una pregunta tan profunda tiene una respuesta compleja, que el libro elabora en detalle, pero que, si hubiera que resumir en una frase, sería: “Un elemento central que diferencia las sociedades que tienen éxito y lo mantienen de las que no es la calidad de sus instituciones.”

Esa es una conclusión con profundas implicaciones y que además tiene implícita otra, que podríamos resumir en “la calidad de sus instituciones” y “la mentalidad de sus personas”. Probablemente, una cosa lleva a la otra, o la otra a la una, pero, en cualquier caso, las dos son determinantes. Naturalmente, la historia de la humanidad está llena de contingencias, del azar, que condicionan fuertemente el destino de personas y naciones, a base de poner limitaciones a ideas o proyectos importantes y necesarios. Pero también es cierto que una fuente de limitaciones puede ser simplemente autoimpuesta, construida a base de pensamientos negativos.

Cómo ejemplifica Mike Hayes en su libro titulado *Never Enough*, en un contexto de situaciones muy comprometidas, a veces la decisión no es si podemos hacer algo o si tenemos la capacidad de hacerlo, sino si estamos dispuestos a dedicarle el trabajo y los sacrificios que serán necesarios.

Si nuestra mentalidad individual y colectiva en general da una respuesta positiva a esta disyuntiva, nos plantearemos hitos difíciles, nos sacrificaremos y disfrutaremos mientras luchamos por conseguirlos, y algunos los lograremos. Me refiero a hitos científicos, tecnológicos e industriales, primicias mundiales.

Nos limitamos si limitamos nuestra imaginación, nuestra voluntad de intentar algo muy difícil o algo desconocido simplemente porque nadie lo ha hecho antes. En cambio, nos impulsamos si el solo hecho de que nadie lo haya hecho antes ya es un fuerte aliciente.

David Deutsch, en su libro titulado *The Beginning of Infinity*, divide las cosas en dos grupos: las imposibles, porque están prohibidas por las

leyes de la naturaleza, y las alcanzables, siempre que se adquiriera el conocimiento adecuado. Hacer turismo en persona por la Vía Láctea está prohibido por una de las leyes mejor establecidas de la naturaleza tal como las conocemos hoy, como es la relatividad especial de Einstein. En cambio, quizás no esté prohibido por ninguna ley natural producir energía limpia de manera masiva con fusión nuclear, hacer placas fotovoltaicas baratas que aprovechen el doble de la energía que les llega del Sol que las actuales, capturar dióxido de carbono y metano de la atmósfera a gran escala y desarrollar procesos industriales eficientes que no los emitan, construir supermateriales y tecnologías disruptivas a partir de principios genuinamente cuánticos, o curar o retrasar las enfermedades que se agrupan bajo el nombre de cáncer o neurodegeneración, y un inagotable etcétera.

Que algo éticamente deseable no se haya hecho nunca puede ser porque esté prohibido por las leyes de la naturaleza, porque a nadie se le haya ocurrido o porque nadie lo haya intentado con suficiente determinación para lograrlo. En ese último caso, en relación con las razones por las que no haya funcionado, quizás se debe tener en cuenta la frase fundacional que adoptó la Royal Society of London, en 1660: “Nullius in verba”, que se podría traducir por “No aceptes necesariamente como un hecho establecido todo lo que te digan”.

## IX.

En ese contexto, podría ser que un obstáculo con el que nos tuviéramos que enfrentar fuera una impaciencia excesiva en obtener resultados

económicamente tangibles. Una prisa que estará justificada, motivada por coyunturas difíciles a nivel económico y geopolítico a escalas local y global, que con certeza nuestra sociedad tendrá que afrontar. Hemos vivido varias recientemente. Actualmente nos encontramos afectados por dramáticas guerras no muy lejanas y que nos afectan directamente, y todo indica que las crecientes tensiones políticas, sociales, económicas y tecnológicas globales este-oeste, norte-sur, darán disgustos.

No obstante, que nos encontremos en momentos difíciles solo implica que habrá que mantener firme la convicción y la determinación colectiva.

Mirando a otras sociedades, podemos recordar que el presidente Lincoln creó la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos en 1863, en plena guerra civil, al poco de sufrir la terrible derrota de Fredericksburg, que amenazaba muy seriamente la propia existencia de la sociedad que él representaba.

También podemos encontrar inspiración en la Sociedad Max Planck, una de las joyas más preciadas que tiene la humanidad en investigación científica, refundada a partir del año 1946 en Alemania mientras las *trummerfrauen*, las mujeres alemanas de entre quince y cincuenta años, reconstruían a partir de los escombros las viviendas del país, una cuarta parte de las cuales habían quedado totalmente destruidas por la guerra, así como la mitad de las escuelas. En la propia Alemania, más recientemente, podemos encontrar inspiración en las políticas de educación e investigación promovidas por los gobiernos liderados por la canciller Merkel en medio de las circunstancias complicadas que hemos vivido en toda Europa en lo que llevamos de siglo XXI.

Naturalmente, nada es perfecto. En la propia Alemania, este año se

cumplen exactamente cien de 1923, en que se publicaba la versión final de los dos volúmenes del libro *El declive de Occidente*, de Oswald Spengler. Fue un libro influyente, de amplia distribución –con más de ochenta ediciones en pocos años–, que, junto con la coyuntura europea en la que apareció, no ayudó a evitar la tragedia que ocurrió unos años más tarde. El pesimismo de Spengler incluía también la ciencia, que, en la tesis del libro, se vería arrastrada por el declive cultural general.

El destino quiso que actualmente 1923 sea recordado no por el inicio de ningún declive científico, sino porque es cuando se empezó a producir industrialmente la insulina, cuyos efectos habían sido descubiertos en Toronto hacía un par de años por Frederick Banting y su equipo, y que ha hecho posible desde entonces la salvación de millones y millones de personas afectadas de diabetes. La leyenda dice que en algunos de los primeros hospitales infantiles donde se suministraba, donde había barracones llenos de decenas de niños en estado de coma, literalmente muriendo, cuando los médicos acababan de suministrar insulina a los últimos niños y niñas de la hilera de camas, los primeros, que la habían recibido hacía un rato, ya se empezaban a recuperar.

El programa de investigación de frontera, la fuente inagotable de la que hablamos, ofrecerá oportunidades de avance social y económico formidables a nuestra sociedad, algunas veces a corto plazo, más a menudo después de cinco o diez años, a veces de quince o veinte. Naturalmente, tendremos prisa por aprovecharlas, pero si no tenemos más de la necesaria, mantendremos todos juntos el rumbo y, haciéndolo, haremos posible que estas oportunidades se materialicen.

## X.

Concluimos.

A diferencia de la del año 1958, la importancia de esta conferencia no viene dada por la persona que la ha impartido. Tampoco, en realidad, por su contenido. La importancia de esta conferencia es que se ha leído en el Cercle d'Economia, a petición de su Junta Directiva y sabiendo de qué versaría.

Hemos presentado un programa para las próximas décadas, centrado en la importancia de la investigación de frontera global como motor de desarrollo económico sostenible para una sociedad avanzada económica y socialmente como la nuestra. Solo en algunos lugares del mundo, suficientemente avanzados, el programa es, por un lado, necesario, y, por otro, realizable. Nuestro país es un lugar bien posicionado para abordar el programa y para disfrutar de sus resultados.

El programa nace de la investigación científica y tecnológica, pero los científicos y los tecnólogos tienen en él un rol solo como parte de un amplio ecosistema formado por todo tipo de actores imprescindibles e igualmente importantes, sin los que, igual que en Yellowstone, la historia no podría tener final feliz. Esos actores son empresarios, industriales, economistas, inversores, financieros, abogados, personas dedicadas a la política y a la gestión y la legislación del bien común, emprendedores, maestros y profesores, y un grueso de ciudadanos y ciudadanas motivados y comprometidos. Necesita también líderes y personas tractoras de entre las más influyentes de la sociedad, exactamente como las que se reúnen en el Cercle d'Economia en general y en la audiencia de hoy en particular.

Así pues, termino donde he empezado: he tenido el honor de impartir esta conferencia con la convicción que nuestra sociedad ampliará de manera firme y decidida el programa de investigación de frontera como uno de sus ejes estratégicos, y que lo hará con una mezcla equilibrada de retos que tengan un objetivo explícito, ya sea industrial, médico, económico o social, y otros que se explorarán simplemente porque nadie lo haya hecho antes. A menudo, empezaremos sabiendo ya donde querríamos llegar y para qué lo querríamos; a veces será motivación suficiente que nadie, en ningún lugar, lo haya logrado antes.

He tenido el gozo de impartir la conferencia con la convicción de que tenemos las condiciones para disfrutar de la fuente inagotable de conocimiento que trabajar en esta frontera representa, y también para disfrutar del correspondiente futuro de oportunidades económicas y de desarrollo humano y social.

El programa que hemos apuntado no es un sueño romántico, sino una idea madura y realista. Es un reto difícil y, por lo tanto, apasionante, que está al alcance de nuestra generación, y que, volviendo al maestro Jaume Vicens Vives, dispone de todos los ingredientes para crear grandes capitanes y capitanas de la industria durante las próximas décadas.

Muchas gracias por su atención.

**ESTE OPÚSCULO HA SIDO EDITADO  
CONJUNTAMENTE POR EL CERCLE D'ECONOMÍA  
Y EDITORIAL VICENS VIVES Y SE HA TERMINADO  
DE IMPRIMIR EN GRÁFICAS INSTAR, S.A.  
EN NOVIEMBRE DE 2023**

 CERCLE D'ECONOMIA

  
Vicens Vives