

El ocaso de la era científica

The twilight of the scientific age

(versiones en español y en inglés; Spanish and English version)

Martín López Corredoira

Instituto de Astrofísica de Canarias, Universidad de La Laguna

Sí, sí, lo veo; una enorme actividad social, una poderosa civilización, mucha ciencia, mucho arte, mucha industria, mucha moral, y luego, cuando hayamos llenado el mundo de maravillas industriales, de grandes fábricas, de caminos, de museos, de bibliotecas, caeremos agotados al pie de todo esto, y quedará ¿para quién? ¿Se hizo el hombre para la ciencia o se hizo la ciencia para el hombre?

Miguel de Unamuno, *Del sentimiento trágico de la vida*

Esta cita refleja con bastante exactitud el tema principal del que se hablará a continuación. Léase despacio, dos o tres veces, piénsese acerca de la misma por unos minutos, y seguidamente comiencese la lectura de las siguientes páginas tal cual pieza musical cuyo *leitmotiv* es esta cita de Unamuno. Sólo unos pocos minutos, o incluso segundos, pueden ser suficientes para que el lector se dé cuenta del mensaje más importante que quiero desarrollar, y su conexión con el libro de título en inglés *The Twilight of the Scientific Age (El crepúsculo de la era científica)*, literalmente, aunque por su sentido mejor traducirlo como *El ocaso de la era científica* (López Corredoira, 2013). La idea es sencilla: nuestra era de la ciencia está en decadencia porque nuestra sociedad se está saturando con conocimientos que no ofrecen a la gente sentido alguno a sus vidas. Sin embargo, a pesar de la sencillez de esta idea, se puede articular su significado en un modo mucho más rico que una frase, igual que una música puede desarrollar variaciones sobre una melodía popular.

Hay varias razones para escribir sobre este tema. Primero, porque siento que las cosas no son lo que parecen, y el éxito aparente de la investigación científica en nuestras sociedades, anunciado con bombo y platillo por los medios de comunicación, no refleja el estado real de las cosas. También, porque los pocos individuos que hablan del final de la ciencia lo hacen desde puntos de vista relativistas o anticientíficos, sin creer que la ciencia nos hable de la realidad, o relacionan el ocaso científico con los límites del conocimiento. Sin embargo, escasean los trabajos que cuestionen el *sentido* mismo de la búsqueda de la verdad entre los pensadores actuales. Por supuesto, hay muchos enfoques humanistas que simplemente ignoran la ciencia, pero ignorar no es lo mismo que considerar si tiene o no sentido. Hay muchos científicos o periodistas bien preparados que se mueven en el mundo de la ciencia y la consideran en sus interacciones con el resto de la sociedad, pero por lo general se centran demasiado en detalles científicos y técnicos y no profundizan suficientemente en enfoques existencialistas o subjetivos. Una visión más amplia de ambos mundos, de las humanidades y las ciencias, es necesaria para abordar la tarea. Siento que puedo ofrecer algo de este tipo, dada mi experiencia como científico y filósofo. No es una cuestión de virtuosismo en el conocimiento científico o en otras áreas sino de ser capaz de integrar una visión global del destino

de nuestras sociedades. Normalmente los especialistas están demasiado centrados en sus visiones estrechas o sesgadas para ofrecer un análisis y percepción sensible global.

Cuando hablamos sobre el *sentido* de algo, no podemos emprender un puro análisis en términos objetivos como si fuese un estudio científico. Las actividades en el oficio de quienes se dedican a las ciencias naturales o sociales pasan por alto usualmente el hecho de que, después de todo, los seres humanos no nos movemos por *razones* sino por *sentimientos*. Tal y como proclama el psicoanálisis, los impulsos inconscientes determinan la mayoría de nuestras acciones. Y la ciencia no es una excepción: está hecha por hombres cuyas motivaciones se derivan de factores diferentes a la mera búsqueda del conocimiento. No somos máquinas, no somos dioses; sólo somos animales, unos animales muy peculiares y muy inteligentes y curiosos, pero animales al fin, y nuestras empresas científicas están sujetas a múltiples condiciones internas y externas.

Las sociedades como un todo también son sensibles a la motivación. De hecho, no todas las sociedades desarrollan ciencia. Y, como se sabe, incluso las civilizaciones que desarrollaron esa visión del mundo y la metodología científica de observar fenómenos pueden entrar en decadencia al respecto y perder su interés por continuar la actividad científica. Eso sucedió en la Edad Media en los países cristianos occidentales. ¿Fue ésta una época oscura? Posiblemente, desde algunos puntos de vista intelectuales, pero no supuso el fin de la civilización. Fue una era con gran cantidad de recursos para crear cosas magníficas, tales como las catedrales. Hubo medios para llevar a cabo grandes avances en muchas áreas. La cristiandad no estaba subdesarrollada intelectualmente con respecto a los países musulmanes, y el conocimiento básico de la ciencia griega clásica también estaba presente; sin embargo, quitando unas pocas excepciones, no hubo un gran desarrollo de las ciencias en la Europa cristiana durante cerca de diez siglos en la Edad Media. ¿Por qué? Quizá porque sus gentes no estaban lo suficientemente motivadas para pensar sobre la Naturaleza. Seguramente el contexto religioso tuvo algo que ver con esto, y la filosofía asociada con la religión que seguía un orden por el cual se imponía seguir la fe por encima de todo. Pero posiblemente no resida en esto toda la explicación: el gran resurgimiento de la ciencia en el Renacimiento tuvo lugar con credos religiosos similares; tampoco la religión musulmana era tan diferente de la cristiana, y permitió durante la Edad Media un mayor desarrollo de las ciencias, decayendo posteriormente, cuando la ciencia en los países cristianos comenzó a dominar.

En nuestra era, las condiciones son muy diferentes a las de la Edad Media. Sin embargo, en un futuro no muy lejano, las sociedades envueltas en un montón de problemas de supervivencia (superpoblación, falta de fuentes de energía, crisis económicas, calentamiento global y otros desastres ecológicos, guerras, plagas, etc.) pueden empezar a ver la investigación como una actividad que no es lo suficientemente rentable, y pueden abandonar la pura investigación científica. Al comienzo, se confiará en los científicos para resolver los problemas, como sucede en la actualidad, pero la sociedad se dará cuenta de que la ciencia no puede satisfacer todas sus expectativas, y que los retornos de las inversiones hipermillonarias son cada vez menores. Las naciones reducirán cada vez más los titánicos esfuerzos económicos necesarios para producir algunos avances insignificantes en la ciencia, hasta que se llegue a un punto en que los científicos proclamen que no pueden continuar su actividad con presupuestos tan pequeños; consecuentemente, los centros de investigación comenzarán a cerrar uno tras otro. ¿Es ésta la profecía

que quiero desarrollar? No, no quiero hablar sobre profecías. El futuro es incierto y lo que he descrito es sólo una posibilidad entre otras. Deseo hablar sobre nuestra sociedad actual, y las tendencias que se pueden observar actualmente.

Normalmente, a lo largo de la Historia, los pensamientos se anticipan a los actos. Lo que observamos a nuestro alrededor ahora son los efectos de una ideología que estuvo en algunas mentes hace muchas décadas o siglos. Hay una inercia lenta en las sociedades que las hace moverse al ritmo de impulsos que se generaron en generaciones pretéritas. Los genios van adelantados con respecto a su tiempo; lo que es famoso en un momento dado es representativo de una tradición de ideas viejas y desgastadas. Las religiones ganaron su máximo poder e influencia largo tiempo después de que fueran desarrolladas: los papas y sacerdotes en el Renacimiento, inmersos en corrupción y malas prácticas, con mucho menos idealismo que el de quienes concibieron ideas religiosas, fueron dominantes en una época en la que los más importantes creadores estaban apuntando a otras direcciones. Hoy, la ciencia y algunos de sus sacerdotes ocupan un status importante en nuestra sociedad, y cantidades desorbitadas de dinero los soportan. Una visión superficial puede llevarnos a creer que vivimos en una época dorada de la ciencia pero lo cierto es que los resultados actuales de la ciencia son mediocres en su mayor parte, de poca importancia, o simples aplicaciones técnicas de ideas concebidas en el pasado. La ciencia vive hoy de rentas.

Mi interés es correr las cortinas detrás del escenario de la ciencia, y ver lo que ocurre en la sala de máquinas. Si queremos averiguar cuál será la próxima representación en escena es mejor observar la organización desde dentro en vez de conformarse con asistir al *show*. En cualquier caso, insisto, no soy un profeta y no es mi misión decir cómo será el futuro. Tampoco es misión dar un informe de todas las tendencias e ideas que pululan en el mundo de la ciencia. Lo que ofreceré es mi visión personal, que no necesariamente refleja las visiones de todos los pensadores conformistas y no conformistas de la actualidad.

El *leitmotiv* es una melodía sencilla. Su armonización con otras melodías y ritmos y la orquestación que integra todas las voces es algo más complejo. Tal y como sucede en las óperas de Wagner, se persigue una melodía infinita: un flujo continuo donde la melodía principal se pierde entre las voces instrumentales y humanas. La pregunta sobre el sentido o no de la empresa humana llamada ciencia debe tener en cuenta muchas circunstancias. El agotamiento de ideas importantes que explorar, los límites del conocimiento, son parte de la materia; el exceso de información es otra parte; pero hay más cuestiones a tratar. La pregunta sobre el sentido de todo esto se deriva de distintas fuentes, como un río que recoge agua de sus afluentes, y también de la necesidad de una reflexión introspectiva. De vez en cuando, se hace necesario salirse del río y contemplarlo desde la orilla. ¿A dónde se dirige? Hacia el mar, respondemos. ¿Y para qué? ¿Para alcanzar la Verdad? ¿Para dominar la Naturaleza? ¿Para qué? ¿Para quién? ¿Se hizo el hombre para la ciencia o se hizo la ciencia para el hombre?

Pensar acerca del rol de la ciencia en la sociedad actual es pensar sobre el pasado y el futuro de la humanidad. Los seres humanos deben cuestionarse de vez en cuando todos sus principios y sus modos usuales de vida. No hay nada sagrado e intocable. Las misiones que la ciencia tenía en el pasado se han cumplido totalmente, o casi. Ahora es tiempo de reflexionar de nuevo sobre nuestra sociedad en el futuro, no sólo en ciencia sino también de muchas otras actividades o conceptos: arte, religiones/sectas, Historia, universidades, sistemas económicos,

sistemas políticos, derechos humanos, etc. Muy pocas cosas son permanentes, y las que lo son tienen una base biológica: ingerir alimentos y agua, dormir, tener sexo, etc. Todo lo cultural está sujeto a cambios, no hay nada eterno en tal. Desde un punto de vista antropológico, todas las características de nuestra civilización son simples rasgos de la especie humana en un periodo de tiempo y localización geográfica dados. Ciertamente, el éxito de la cultura occidental, y la consiguiente aniquilación de otras culturas, ha expandido la localización geográfica de nuestra civilización a todo el planeta, y esto nos podría llevar a pensar que nuestros conceptos, tales como los denominados derechos humanos, son absolutos y universales. ¡Un espejismo, una ilusión! Tan sólo vivimos nuestro momento de gloria, semejante al de muchos imperios que han absorbido grandes extensiones territoriales. El imperio romano y la civilización del antiguo Egipto fueron más grandes que lo que nosotros somos; duraron periodos de tiempo más largos, dominando territorios relativamente extensos para aquella época. Estaban quizá tan orgullosos como nosotros lo estamos de nuestra cultura occidental, pero terminaron cayendo. En la actualidad, no tiene sentido enterrar y embalsamar a los faraones bajo pirámides. Posiblemente, futuras civilizaciones no encontrarán sentido alguno en construir aceleradores de partículas o telescopios gigantescos.

Podemos pensar que los faraones estaban equivocados en sus creencias de que podían conservar la vida después de la muerte, y que nosotros estamos en lo cierto en nuestras verdades científicas. Estoy de acuerdo. No soy un relativista cultural: por supuesto, los átomos existen y están constituidos por partículas subatómicas; por supuesto, las galaxias y las estrellas existen. Pero la cuestión no es acerca de la veracidad de las afirmaciones científicas sino sobre el lugar que éstas ocupan en nuestras vidas como seres humanos. Tanto en la civilización del antiguo Egipto como en la nuestra, los hombres se han movido por sus creencias sobre lo que son los altos valores de sus vidas. Los faraones creían que los grandes esfuerzos arquitectónicos de su pueblo eran valiosos porque les permitirían estar más cerca de la eternidad después de muertos, y mostrar también su status al mundo. Los científicos creen que dedicando sus vidas a escrutar las leyes de la naturaleza y haciendo un catálogo completo de todas las formas existentes de la materia, ya sea viva o inerte, nos llevará más cerca de algo eterno: la verdad; y también les sirve para obtener beneficios sobre la Tierra, también... Entonces surge una pregunta como la de Unamuno: “cuando hayamos llenado el mundo de maravillas industriales, de grandes fábricas, de caminos, de museos, de bibliotecas, caeremos agotados al pie de todo esto, y quedará ¿para quién?” ¿No esto como el niño en el cuento de “El traje nuevo del emperador” que nos despierta de nuestros sueños?

Detrás de la búsqueda de algo permanente en nuestras vidas, algo eterno, algo absoluto, reside casi siempre el temor a la muerte. La muerte es un tema inevitable si vamos a hablar sobre el sentido de algunas actividades en nuestras vidas, del sentido de la vida mismo, precisamente porque la certeza de la finitud de nuestras vidas, y muy corta en comparación con nuestras aspiraciones, aguijonea nuestra necesidad de buscar un sentido. Perdemos el tiempo: nunca encontraremos ningún sentido en términos de eternidad, pero la cultura se alimenta mayormente de estas aspiraciones, así que creer en ello no es tan malo después de todo. En realidad, la cultura podría entenderse como los intentos de una civilización por aliviar la tensión de la incertidumbre que produce nuestra certeza de que nos vamos a morir. Desde un punto de vista psicológico, la ciencia es solamente una de las múltiples posibilidades de representación de esta tensión en un escenario.

La historia nos muestra muchos amaneceres y muchos ocasos en las diferentes facetas de los seres humanos. Mirando al pasado podemos poner fecha y entender las razones para el nacimiento de la ciencia. No sabemos cuándo ocurrirá su ocaso, pero las razones para ello están en el aire: después de un verano muy caliente siempre llega la estación de la caída de las hojas.

Algunos momentos estelares en la historia de las ciencias naturales

Si queremos entender por qué la ciencia está en decadencia, debemos primero entender cómo llegó a ser tan importante. Debemos observar sus avances para darnos cuenta de cuán importante ha sido para nuestra cultura; de lo contrario, cualquier intento de hablar del ocaso de la era científica suena como una posición anticientífica, y no es tal mi propósito.

Hay algunos ejemplos en que la ciencia llega a ser muy importante, afectando no sólo a temas específicos sino también visiones generales del mundo que cambian nuestra filosofía, creencias religiosas, etc. Éste es el caso de la revolución copernicana. Que una criatura sobre la Tierra sea capaz de entender la posición y los movimientos del planeta, a pesar de que las apariencias indiquen lo contrario, puede llamarse propiamente “inteligencia”. La búsqueda de la verdad en la ciencia es una empresa heroica y cuanto más grande es su dificultad más valor posee. En la revolución que lleva su nombre, Nicolás Copérnico fue el gran héroe, aunque no el único a juzgar por el número de individuos antes y después de él que llegaron a la misma idea.

Ha habido muchos fenómenos a nuestro alrededor cuya lógica no se entendía y, en la era del racionalismo y posterior siglo de la Ilustración, la ciencia ofrecería explicaciones positivas a los mismos, distintas de las especulaciones metafísicas. Entender la mecánica de la naturaleza fue un sueño perseguido por la razón humana durante muchos siglos y, con el sistema de Newton, se alcanzó el gran triunfo de la física moderna:¹ un conjunto de principios y leyes que nos permitían entender y calcular el movimiento en términos de principios cinemáticos y fuerzas conocidas; un triunfo también en el entendimiento de la gravedad así como de la mecánica celeste.

La contribución más importante a la comprensión de la mecánica de la Naturaleza y sus fuerzas después de Newton tuvo lugar con otra síntesis del conocimiento, esta vez sobre el tema del electromagnetismo, producida por James Clerk Maxwell, que conseguiría la unificación de la electricidad, el magnetismo y la óptica. Entender la mecánica de la naturaleza significaría entender cómo funcionaba la naturaleza en todos sus aspectos. Ése fue el mayor propósito de la ciencia, un sueño largamente perseguido. Esta visión, tal y como la veía Huxley (1895) y muchos otros a finales del s. XIX, se llama “reduccionismo”. La mayoría de los filósofos profesionales actuales están en contra del reduccionismo. Lo ven como una amenaza importante a la especulación metafísica, y prefieren adoptar o bien una posición anti-naturalista o bien proclamar una misteriosa emergencia de propiedades irreducibles en la naturaleza. Sin embargo, la mayoría de los científicos actuales, ni siquiera mencionan el reduccionismo pues lo ven como un hecho innegable.

El desarrollo de la teoría atómica es un logro científico muy importante y es uno de los símbolos del

¹ El término *física* se utilizaría generalmente después de 1850, en vez de *filosofía natural*.

conocimiento sólido. Y, dado que todo en la naturaleza es materia constituida por átomos, la comprensión de este hecho es de capital importancia. Prácticamente todas las ciencias se alimentan de la teoría atómica. En las últimas décadas, los físicos de partículas han hecho grandes esfuerzos para aprender más sobre la estructura de la materia, pero con resultados menos espectaculares; lo único impresionante en la física de partículas hoy en día es la inmensa cantidad de dinero que es capaz de consumir en poco tiempo.

En mi opinión, la más importante de todas las revoluciones científicas es la teoría de la evolución. ¿Por qué? Porque esta revolución afecta no solamente a nuestro concepto de naturaleza, o nuestro concepto de la materia, sino también a nuestra comprensión de nosotros mismos. Es la respuesta a preguntas tales como: ¿quiénes somos?, ¿de dónde venimos? Su importancia sobrepasa los límites de la ciencia o el puro conocimiento. Y, por supuesto, el debate sobre las creencias religiosas fue y es aún importante, pero la teoría de la evolución es más que eso. Es quizá la teoría científica con la relación más estrecha con las humanidades en general, la filosofía, antropología, historia (prehistoria), etc. Es una cumbre en la sabiduría humana, quizá la más alta. Junto con la teoría de la evolución y la genética, otras grandes piezas del *puzzle* para entender la naturaleza de la vida son la bioquímica y la biología molecular, que hicieron sus mayores desarrollos durante el s. XX. Su propósito, explicar la vida en términos de física y química, es una gran empresa reduccionista.

Estos ejemplos de momentos estelares de la ciencia del pasado son suficientes para reconocer el importante rol de las ciencias naturales en nuestro mundo. Y, sin embargo, los recursos consumidos por la investigación hasta hace un siglo eran despreciables en comparación con los recursos dedicados a la ciencia hoy en día. Es un dato a tener en cuenta en nuestra reflexión sobre el sentido de promover investigación en ciencias puras: gastos crecientes con retornos decrecientes.

Podemos preguntarnos por qué la ciencia en el pasado era tan barata, o por qué ahora es tan cara. Hay tres razones:

1) El número de científicos en proporción a la población era más bajo antes que ahora. Actualmente hay 5,8 millones de científicos e ingenieros dedicados al I+D (datos de la OCDE, 2006, excluyendo la India); esto es, en promedio, uno de cada mil habitantes del planeta. En los países desarrollados la proporción es mucho mayor: por ejemplo, en EE.UU. es alrededor de uno de cada doscientos. En todo el s. XIX, el número de individuos en todo el mundo que publicaron al menos un artículo en una revista científica, ya sea de ciencias puras o aplicadas, fue aproximadamente de 115.000 (Gascoigne, 1992), aunque la mayoría de estos sólo publicaron un artículo y no dedicaron su vida a la ciencia. El número de individuos que vivieron a lo largo de los cien años del s. XIX fue alrededor de 3 mil millones; de ese censo se deriva que la proporción entre científicos y el total de la población era de $\sim 4 \times 10^{-5}$, incluyendo a autores que sólo había escrito un artículo. Es una proporción más baja que la actual. El número de científicos en el s. XVII es unas diez veces más bajo que en el s. XIX (del análisis por Gascoigne, 1992, de científicos que aparecen en el *Historical Catalogue of Scientists and Scientific Books*) mientras que la población era alrededor de la mitad que en el s. XIX, con lo que la proporción de científicos con respecto a la población total en el s. XVII era estimativamente de 10^{-5} o inferior.

2) Los instrumentos que han necesitado los científicos experimentales en el pasado eran mucho más rudimentarios y fáciles de construir, y consecuentemente más baratos. Que los gastos en instrumentación son ahora mucho más elevados que en el pasado es bastante obvio. Ciertamente, el telescopio que construyó Galileo fue mucho más barato que el telescopio de 39 m E-ELT que planea construirá la ESO (*European Southern Observatory*) en Chile con un coste planeado de unos mil millones de euros; y los telescopios espaciales son todavía más caros.

3) La mayoría de los científicos en el pasado no recibieron un salario por sus investigaciones. En la mayoría de los casos incluso se pagaban esos gastos, y no tenían tantas vacaciones pagadas con la excusa de ir a “conferencias” como hoy en día. La financiación de la ciencia ha cambiado mucho hoy en día con respecto al pasado. La profesionalización de la investigación es realmente algo muy reciente.

Institucionalización de la ciencia y sus nuevas condiciones socioeconómicas

La ciencia ha ganado reconocimiento de la sociedad, y es hoy en día uno de los centros de poder que toca los resortes de nuestra sociedad. Es una nueva Iglesia. Muchas veces, los filósofos han comparado la ciencia con la religión. No creo que esa comparación sea apropiada. La ciencia es una actividad muy diferente de la religión, y sus conceptos tienen una base empírica que va mucha más allá de los credos religiosos. Sin embargo, desde un punto sociológico, prestando atención sólo a la organización social, hay algunas similitudes.

Los investigadores principales de un proyecto son los líderes de un grupo que comprende varios estudiantes de doctorados, investigadores postdoctorales y, quizá, algunos científicos *senior* de menor status. Este investigador principal es usualmente una especie de manager comercial. Comienzan sus carreras como científicos, pero terminan convirtiéndose en administradores o políticos de la ciencia. La situación está bien descrita por Gillies (2008, cap. 8): “Los académicos comienzan a investigar usualmente con gran entusiasmo, pero, después de un número de años haciendo investigación, suelen aburrirse de ella. Puede que se les acaben las ideas. Pueden llegar a darse cuenta de que sus esperanzas juveniles de convertirse en el próximo Einstein eran una ilusión, mientras que la realidad es que hay un buen número de investigadores jóvenes que lo hacen mejor que ellos. En estas circunstancias, el paso sensato es hacia la administración y la gestión, donde una tentadora escalera de ascensos en su carrera se extiende ante ellos.”

El efecto bola de nieve, también llamado efecto san Mateo² (Merton, 1968), está presente en cierta medida en la dinámica social de la ciencia, especialmente en las áreas más especulativas. Es un bucle que se retroalimenta: cuanto más exitosa es una línea de investigación, más dinero y más científicos habrá dedicados a trabajar en la misma, y mayor por tanto el número de experimentos y observaciones que pueden ser explicados *ad hoc*, tal cual astronomía geocéntrica ptolomaica, lo que lleva a la teoría a hacerse más exitosa.

² Merton (1968) dio el nombre de “efecto san Mateo” por la idea contenida en el evangelio de S. Mateo (25:29) que dice: “porque a cualquiera que tiene, le será dado, y tendrá más; pero al que no tiene, aún lo que tiene le será quitado”.

En algunos casos, el sistema apoya puntos de vista conservadores, pero hay también algunos casos de líneas de investigación especulativa que se han convertido en grandes empresas. Por ejemplo, dentro de la física teórica, la teoría de cuerdas ha absorbido gran cantidad de individuos y fondo, al tiempo que se han marginado y desaprobado otros enfoques a los mismos problemas (Luminet, 2008). Smolin (2006) piensa que la teoría de cuerdas no sólo es especulativa sino que sus conclusiones son circulares, los conceptos son arbitrarios y la estructura jerárquica de esta comunidad científica es bastante extravagante. El premio Nobel de física Sheldon Glashow se pregunta si la teoría de cuerdas no sería más apropiadas para un Instituto de Matemáticas o incluso una Facultad de Teología que para un Instituto de Física (Unzicker 2010, cap. 14). Unzicker (2010, cap. 14) considera que los físicos trabajando en esa teoría son como una secta o mafia. Otro caso es el de la búsqueda de partículas supersimétricas en la materia oscura, que ocupa a más de un millar de investigadores en el CERN. ¿Y qué pasa cuando, después de un largo periodo de búsqueda, cuando se han gastado inmensas cantidades de dinero, los experimentos u observaciones no encuentran ninguna evidencia a favor de estas teorías? Entonces los grupos de investigación proclaman que se deben explorar más altas energías, y piden más dinero.

Como es bien sabido, el control de las comunicaciones y la práctica del poder están estrechamente relacionados. Por lo cual, el sistema, lejos de permitir la libre publicación de resultados entre profesionales, está unido a la censura. Teóricamente, se presenta este control como un filtro de calidad pero sus funciones se extienden frecuentemente hacia el control del poder. Aquellos investigadores que quieren publicar en revistas científicas están sujetos a los dictados del árbitro (*referee*) escogido y los editores de la revista, que dirán si se acepta el artículo o no: éste es el sistema de revisión por los pares (*peer review*). Hay muchas evidencias de sesgo en favor de artículos confirmando los puntos de vista usualmente aceptados y en favor de investigadores establecidos (Armstrong, 1997). El nepotismo (redes de favoritismo entre amigos) es también común (Wenneras & Wold, 1997; Thurner & Hanel, 2010). Sin embargo, realmente, el problema principal no es la misma censura directa, sino la acción de apantallamiento de la superproducción masiva de artículos, con millones de científicos produciendo millones de artículos cada año, que ni los más afanados lectores podrían leer. Esto significa que, una vez se pasa el obstáculo de la censura, el investigador que intenta abordar nuevas ideas tendrá que luchar con la censura indirecta: la superproducción de artículos que oculta lo que no es de interés para el sistema. La propaganda es el elemento clave para que un artículo se haga conocido. Para esto, los especialistas líderes tienen de nuevo la ventaja, porque controlan la mayoría de los hilos que mueven la maquinaria publicitaria; tienen los contactos apropiados, escriben artículos de revisión (*reviews*; resúmenes de descubrimientos científicos dentro de un campo), organizan congresos y dan charlas como conferenciantes invitados. Además, la reproducción de ideas estándar tiene mayor aceptación porque hay más individuos interesados en ellas, mientras que la difusión de nuevas ideas es de interés sólo para sus creadores.

Nada de esto es nuevo, ha ocurrido a lo largo de la historia. Lo nuevo es la institucionalización y burocratización de este proceso.

La decadencia de la ciencia

Algunas de las circunstancias de la ciencia actualmente que constituyen síntomas de un proceso de decadencia cultural son:

1. Nuestra sociedad se ahoga entre inmensas cantidades de conocimientos, la mayoría de ellos sobre cosas de poca importancia para nuestra visión del cosmos, o sin producir avances en los fundamentos básicos de las ciencias puras, sólo aplicaciones técnicas o detalles secundarios.

2. En los pocos campos donde surgen algunos aspectos importantes de cuestiones sin resolver, grupos poderosos controlan los flujos de información y empujan hacia verdades consensuadas en vez de haber discusiones objetivas dentro de una metodología científica, lo que da pocas garantías de que estemos obteniendo nuevas verdades sólidas sobre la naturaleza.

3. La creatividad individual está condenada a desaparecer en favor de las grandes corporaciones de administradores y políticos de la ciencia especializados en buscar formas de obtener fondos del Estado en megaproyectos con costes crecientes y retornos decrecientes.

Podemos usar un adjetivo para describir el estado de la ciencia en el presente y el futuro cercano: *decadente*. Es sólo una percepción subjetiva. Posiblemente otros pensarán lo opuesto, que vivimos en la edad dorada de la ciencia. Hay abundantes razones que dar a favor de lo primero (ver en López Corredoira, 2013, abundantes ejemplos de prácticas nefastas), pero no es sólo una cuestión de pura argumentación, sino también de sensibilidad, de ser capaz de percibir el sentido o el sinsentido de las mayores empresas hoy en día a las que se denominan ciencia desde un punto de vista humano. La cantidad de publicaciones, la cantidad de grandes instrumentos y la tecnología creada, el número de puestos de trabajo en la investigación, el control preciso de nuestra ciencia en comparación con tiempos pasados, etc. podrían ser argumentos para mostrar que la ciencia vive en el presente una época maravillosa. Sin embargo, habría que contestar a tales argumentos que estamos perdiendo el espíritu de la ciencia. ¿Y cómo medir la cantidad de espíritu? No, no es una cantidad cuantificable, olvidémonos de crear algún nuevo método de *cienciométrico* para determinar la cantidad de espíritu científico. Es una cuestión de sensibilidad: basta mirar a nuestro alrededor, hablar con algunos de los líderes científicos y observar sus vidas, sus trabajos. La tecnocracia está substituyendo el goce de la creatividad científica.

Lo mismo podría decirse acerca de la poesía: ¿se puede pensar que vivimos una época dorada de la poesía porque encontramos un número inmenso de poemas en Internet, porque hay muchísimos premios de poesía con cientos de participantes, o porque hay muchos clubs de poesía? No, el espíritu de la poesía no es nada de eso. ¿Qué es entonces? Quien no pueda encontrar la respuesta es porque no es suficientemente sensible a la misma. Algo similar sucede con las ciencias. Es necesaria esa sensibilidad al pensamiento científico para apreciar su auge o decadencia.

El hecho de que la ciencia se haya convertido en una gran empresa, consumiendo enormes cantidades de fondos financiadas por los Estados, la ha hecho más vulnerable de ser politizada y sujeta a los valores sociales de las masas en más que a los valores de una élite pensante. No sólo están los científicos al servicio de programas

mediocres de investigación concebidos por científicos mediocres que dedican más tiempo a la burocracia y a conseguir fondos que a pensar sobre la ciencia, sino que hemos incluso alcanzado la increíble situación de que se le pide al más común de los mortales sin mucha idea sobre ciencia que proponga temas para la futura dirección de la ciencia. El argumento es que los ciudadanos pagan sus impuestos y los científicos usan parte de tales para hacer su ciencia, con lo cual tienen derecho a elegir en qué proyectos se debe invertir dinero. Ver, por ejemplo, la página web <http://www.reto2030.eu/>, donde los ciudadanos de un país pueden votar cuáles han de ser los proyectos científicos que deben ser financiados antes del año 2030. No sólo eligen los científicos mediocres, ahora los no-científicos también eligen.

El problema para las instituciones científicas vendrá probablemente cuando su influencia sobre la sociedad se vea reducida y cuando los recursos económicos que la ciencia consume empiecen a disminuir. Una posible razón para detener el crecimiento de la inversión científica y causar su colapso es que los gastos de la ciencia alcancen lo máximo que una sociedad se puede costear. Las instituciones científicas siguen la estructura del capitalismo, así que deben crecer continuamente. La ciencia experimental es cada vez más cara, y la ciencia ha optado por esta vía de no retorno, yendo siempre hacia un incremento de los fondos necesarios. Cuando se alcance el límite a partir del cual la inversión en ciencia no puede crecer más, inevitablemente llegará la crisis. Actualmente, los países más ricos invierten cerca de un 3% de su PIB en investigación y desarrollo, de lo cual un 20% es para las ciencias puras. Es un gasto mucho mayor que en el pasado, tanto en términos absolutos como relativos, y ha estado creciendo continuamente en las últimas décadas, con algunas pequeñas fluctuaciones. Posiblemente esté ya próximo al límite asintótico en términos de la cantidad de dinero que una sociedad puede costear, por lo que tal crisis puede no estar muy lejos. Esta crisis dependerá de las circunstancias en la sociedad: si el PIB de los países desarrollados crece más allá de la inflación, incluso un porcentaje constante de inversión en ciencia dará un incremento en términos absolutos; no se puede sostener el rápido crecimiento exponencial de las últimas décadas pero al menos un crecimiento moderado puede retrasar la muerte de la ciencia. El efecto no será inmediato. Posiblemente, muchos centros continuarán sus actividades varias décadas con un presupuesto decreciente, pero con el tiempo reconocerán que no se puede avanzar con pocos fondos; incluso menos de los escasos resultados obtenidos con los enormes presupuestos de que disponen hoy en día. Por consiguiente, los centros de investigación comenzarán a cerrar uno tras otro.

Una crisis en el negocio de la ciencia, una crisis sin retorno, puede suceder, y ello dará lugar a una era oscura en el avance de conocimiento científico. Esto no ha de suceder muy rápidamente sino en un lento proceso, posiblemente extendido a lo largo de varias generaciones, y esta decadencia no sólo afectará a la ciencia sino que el hundimiento de la ciencia irá de la mano con el hundimiento de muchos otros aspectos de nuestra civilización. En realidad, los distintos aspectos de una cultura se alimentan mutuamente. La ciencia es una de las características más significativas de la civilización occidental, y de su modo de pensamiento. Por consiguiente, el fin de la ciencia significará el fin de la cultura europea moderna, el ocaso de un era iniciada en Europa alrededor del s. XV y que se extiende hoy en día a todo el planeta: la era científica.

Spengler y la decadencia de occidente

Los filósofos profesionales realizan muy pocos intentos de entender los problemas de la ciencia actualmente, aunque hay algunas excepciones raras y valiosas. En la mayoría de los casos, estos problemas se mencionan solamente para desacreditar a la ciencia en general. ¿Por qué el tipo de análisis en el presente artículo (o la versión completa en el libro del mismo título) es tan infrecuente en los trabajos de los filósofos profesionales? Pienso que hay dos razones principalmente: 1) La mayoría de los filósofos no conocen la ciencia de cerca sino sólo a través de la lectura de libros, que no reflejan los problemas reales; incluso en los pocos casos de filósofos con educación en ciencia al nivel de un científico, no dedican su tiempo a investigar así que sólo conocen sus problemas actuales de oídas. 2) No están interesados en revelar las miserias de otra profesión porque ellos mismos comparten los mismos problemas en incluso mayor magnitud. En este panorama, ¿qué tiene que decir el filósofo de oficina acerca de la ciencia? Nada diferente de lo que sucede en su propia casa. Actualmente, la filosofía institucional profesionalizada tiene tantos problemas como la ciencia institucional, y leer filosofía de la ciencia escrita por filósofos contemporáneos trabajando en una universidad es mayormente una pérdida de tiempo. Por consiguiente, no es de extrañar que haya silencio acerca de las cuestiones criticadas en este artículo. Y estos problemas de la ciencia no van a desaparecer ni ser resueltos por un filósofo a sueldo (o un sociólogo, o un grupo de administradores de la cultura pagados por el Estado). Estas cuestiones han de ser discutidas por los propios científicos desde una perspectiva interna.

Sin embargo, los auténticos “filósofos”, en todo el sentido de la palabra, incluso aunque no se especialicen en cuestiones científicas, pueden ofrecernos perspectivas interesantes sobre muchas cuestiones relacionadas directa o indirectamente con la actividad de la investigación científica. Consideremos por ejemplo el caso de Spengler y su obra *La decadencia de occidente*, una obra maestra en muchos sentidos, con muchísimas ideas lúcidas y una admirable visión de conjunto; un gigante, un pensador osado con un carácter fuerte y algo interesante que contarnos, en contraste con los aburridos tratados llenos de trivialidades y frases diplomáticas tan comunes entre nuestros filósofos-enanos.

Las conclusiones principales de la obra de Spengler son dos:

1) Hay tres posibles modos en los que una civilización se puede desarrollar: dentro de las concepciones del mundo mágica, apolínea o fáustica. Las concepciones mágicas están asociadas con las culturas primitivas dominadas por el animismo, religiones y otras supersticiones, los cuales han dejado sus residuos aun en las sociedades actuales. El espíritu apolíneo es característico de la razón y la lógica, de la cuantificación de la naturaleza, típico de la mayoría de las actividades científicas. El espíritu fáustico se caracteriza por la voluntad, la sensación de dirección hacia un fin, la conciencia de la historia.

2) La segunda conclusión es que se puede comparar la historia de nuestra cultura con la de otras civilizaciones y sus desarrollos, y al hacer tal comparación se puede observar que la cultura occidental está en decadencia, está alcanzando el final de sus posibilidades. Se ha acabado la era del arte, y ahora sólo se produce

basura, como una ilusión de que se mantiene el espíritu del arte vivo. La filosofía ha llegado a su fin. Y la ciencia ha acabado sus días también.

La muerte de la ciencia consiste en que ya nadie llegue a vivirla. Pero doscientos años de orgías científicas terminan por hartar. No es el individuo, sino el espíritu de la cultura, el que ya está harto. Y esto se pone de manifiesto con la llegada al mundo de investigadores cada vez más pequeños, mezquinos, estrechos e infecundos. (Oswald Spengler, *La decadencia de occidente*)

Para Spengler, se ha acabado la era de las matemáticas, y lo que ahora queda es trabajo de conservación, refinado, pulido y selección. La física está cerca del límite de sus posibilidades, lo que queda ahora de ella es una producción industrial de hipótesis. Todavía en los años 10 y 20 del s. XX, cuando Spengler escribía esto, se estaban haciendo importantes descubrimientos en física. Sin embargo, pienso que Spengler estaba en lo cierto en su predicción sobre la decadencia del mundo científico, así como de la cultura en general, una tendencia que puede durar varias décadas o siglos. En mi opinión, Spengler estuvo por delante de su tiempo, y vio venir los problemas del futuro de un modo profético. Debemos tener en cuenta que la decadencia del imperio romano duró casi tres siglos, después de la muerte de Marco Aurelio, con ciertas fluctuaciones pero siguiendo una tendencia promedio general hacia la decadencia (Gibbon, 1776-1789). Lo mismo puede acontecerle a la decadencia de la cultura actualmente: hemos estado cayendo todo a lo largo del s. XX, y se continuará en ello durante el s. XXI.

Conclusiones

La ciencia se está convirtiendo en un sinsentido para la humanidad. Durante el último siglo, la ciencia ha avanzado más y más en detalles técnicos, más y más en su inversión en experimentos carísimos, en la cantidad de información que genera, pero ha ido hacia atrás en cuanto a su motivación. Las fuerzas que empujaron a la humanidad a caminar hacia el conocimiento, la ilustración y la razón empujan ahora muy débilmente. La ciencia continúa funcionando por su inercia pero está sujeta a la fricción debida a su erosión. Nuestra ciencia está cansada, agotada. Camina entrelazada con las fuerzas económicas en vez de con los sueños humanos. La ciencia ha perdido su atractivo prístino y sólo quedan en ella simples operaciones técnicas.

Nuestra ciencia se ha convertido en un animal sin alma o, mejor dicho, una colonia de animales, un grupo de organismos que devoran los esfuerzos humanos y no ofrecen más que un medrar por el medrar mismo. Las organizaciones científicas se comportan como una colonia de bacterias que se reproducen mientras haya suficiente alimento/dinero. Cuanto más se los alimenta más crecen: más estudiantes de doctorado, más investigadores postdoctorales, investigadores de plantilla, superordenadores, telescopios, aceleradores de partículas, artículos, etc. Y, si se cierra el grifo del dinero, los investigadores dedicados a la ciencia y sus subproductos son proporcionalmente reducidos. Ésta no es la ciencia de Galileo, Darwin, o Einstein, que produjeron sus ideas cuando sintieron la necesidad “espiritual” de expresarlas, independientemente de si eran pagados por ello o no; ciertamente

por el prestigio, y por el orgullo de revelar nuevas verdades. Actualmente hay muy poco que expresar; casi todo en la ciencia se reduce a encontrar un pequeño feudo de la naturaleza que analizar —si hay cuestiones fundamentales que resolver en este análisis no importa—, y publicar artículos sobre ello y conseguir citas de los colegas con el propósito que conseguir puestos de trabajo y dinero extra para los gastos. Conseguir dinero para emplear a más estudiantes de doctorado, investigadores postdoctorales... y, cuando éstos crezcan, que llegue a convertirse en nuevos investigadores *senior* que piden más dinero, y así *ad infinitum*. El sentido de esta industria es el de la vida primitiva: una mera lucha por la supervivencia y por la difusión de los genes (intelectuales).

¿Por qué tendría que sobrevivir la ciencia? Fue importante para entender la naturaleza en el pasado, pero no lo es tanto hoy en día. Nuestra filosofía de la naturaleza no cambia, nuestra *Weltanschauung* (visión del mundo) no cambia con los últimos descubrimientos; sólo se avanza en sutilizas. ¿Beneficia a los individuos de la humanidad tener tantos detalles sobre la naturaleza? Y si no producimos para nosotros, “quedará ¿para quién?” (Unamuno).

El rol que las ciencias puras (dejemos aparte las aplicaciones tecnológicas) ocuparán en la cultura de la humanidad en el futuro es desconocido. Esperemos que retengan nuestra tradición de comprensión de cómo funciona la naturaleza, pero en un modo diferente al que hemos conocido hasta ahora. Esperemos y veremos si las futuras generaciones mantienen lo mejor de la ciencia.

ENGLISH VERSION:

Yes, yes, I see it; a huge social activity, a powerful civilization, a lot of science, a lot of art, a lot of industry, a lot of morality, and then, when we have filled the world with industrial wonders, with large factories, with paths, with museums, with libraries, we will fall down exhausted near all this, and it will be, for whom? Was man made for science or science made for man?

Miguel de Unamuno, *Tragic Sense of Life in Men and in Peoples*

*This quotation reflects quite accurately the main theme of the present pages. Read it carefully, twice or thrice, think about it for some minutes, and then begin to read the following pages as a musical piece whose leitmotiv is Unamuno's assertion. Just a few minutes, or even seconds, may be enough for the reader to realize the most important message that I want to develop, and its connection with the book of title *The Twilight of the Scientific Age* (López Corredoira 2013). The idea is simple: our era of science is declining because our society is becoming saturated with knowledge which does not offer people any sense of their lives. Nevertheless, in spite of the simplicity of this idea, its meaning can be articulated in a much richer way than through one sentence, as in the case of a music which develops variations on a folk melody.*

There are several reasons to write about this topic. First of all, because I feel that things are not as they seem, and the apparent success of scientific research in our societies, announced with a lot of ballyhoo by the mass media, does not reflect the real state of things. Also, because the few individuals who talk about the end of science, do so from relativistic or antiscientific points of view, not believing that science really talks about reality, or they relate the scientific twilight to the limits of knowledge. However, there is a lack of works which question the sense itself of the pursuit of the truth among present-day thinkers. Of course, there are many humanistic approaches which simply ignore science, but ignoring is not the same as considering its sense or lack of sense. There are many well-prepared scientists or journalists who move in the world of science and consider it in their interactions with the rest of society, but usually they focus too much on the scientific and technical details and do not go deeply enough into existentialist or subjective approaches. A wider vision of both worlds, those of the humanities and science, is necessary to undertake the task. I feel I am able to offer something of this sort, given my experience as both scientist and philosopher. It is not a matter of virtuosity in either scientific knowledge or other areas but a matter of being able to integrate a global view of the fate of our societies. Normally specialists are too focused in their narrow or biased views to offer a global analysis and feeling.

When we talk about the sense of something, we cannot undertake a pure analysis in objective terms as in a scientific study. The professional activities on those who dedicate their lives to natural or social sciences usually overlook the fact that, after all, human beings do not move because of reasons but because of emotions. As

psychoanalysis claims, most of our actions are determined by unconscious impulses. And science itself is not an exception: It is made by men whose motivations stem from factors other than a mere pursuit of knowledge. We are not machines, we are not gods; we are just animals, very peculiar animals and very intelligent and curious, that make scientific enterprises work, but subject to multiple internal and external conditions.

Societies as a whole are also sensitive to motivation. As a matter of fact, not all societies developed science. And, as it is known, even civilizations which developed that world-view and that methodology of observing phenomena can decline and lose their interest for continuing the scientific activity. That happened in Western Christian countries in the Middle Ages. Were the Middle Ages a dark age? Possibly, from some intellectual points of view, but it was not the end of civilization. It was an era with plenty of resources to create magnificent things, such as cathedrals. There were means to carry out great advances in many areas. Christianity was not intellectually underdeveloped with respect to Muslim countries, and basic knowledge of Greek science was also present; however, with very few significant exceptions, there was not a great development of sciences in Christian Europe during nearly the ten centuries of the Middle Ages. Why? Maybe because people were not motivated enough to think about nature. Surely, religious context had something to do with this, and the philosophy associated with religion which was ordered to follow faith above all. But possibly this is not the full explanation: The great revival of science in the Renaissance took place within similar religious creeds; also, the Muslim religion was not so different to Christianity and allowed in the Middle Ages a higher development of sciences, declining later when science in Christian countries began to dominate.

In our era, the conditions are very different to the Middle Ages. Nonetheless, in a not very far future, societies embroiled in a lot of survival problems (overpopulation, lack of energy resources, economical crises, global warming and other ecological disasters, wars, plagues, etc.) may begin to see research as an activity that is not profitable enough and may abandon pure science research. At the beginning, people will trust scientists to solve all their problems, as it happens now, but they will realize that science cannot satisfy all those expectations, and that the returns of hyper-millionaire investments are smaller and smaller, nations will reduce more and more the titanic economic efforts necessary to produce some tiny advances in our sciences, to a point where scientists will say that they cannot continue their activity with such small budgets; consequently, the research centres will begin to close, one after another. Is this the prophecy I want to develop? No, I do not want to talk about prophecies. The future is uncertain and what I have described is only one possibility among many others. I want to speak about our present society, and the trends that can be observed now.

Normally, throughout History, thoughts occur in advance of acts. What we are observing around us now are the effects of an ideology which was in some minds many decades or centuries ago. There is a slow inertia in societies which makes them move at the rhythm of impulses that originated some generations back. Geniuses are in advance of their time; what is famous at any moment is representative of a tradition of old, worn-out ideas. Religions gained their maximum power and influence a long time after they were developed: Popes and priests in the Renaissance, embedded in corruption and malpractice, with much less idealism than the conceivers of the religious ideas, were dominant in a time in which the most important creators were pointing to other directions.

Today, science and some of its priests occupy an important status in our society, and gargantuan amounts of money support them. A superficial view may lead us to think that we live in the golden age of science but the fact is that the present-day results of science are mostly mean, unimportant, or just technical applications of ideas conceived in the past. Science is living on its private income.

My interest is to lift the curtains behind the stage of science, and see what is going on in the engine room. If we want to ascertain which will be the next performance on the stage, it is better to see the organization from inside rather than just assisting with the show. In any case, I insist, I am not a prophet and it is not my mission to say how the future will be. Also, it is not my mission to give a report of all the observed trends and ideas around the world of science. What I will offer is my personal view, not necessarily reflecting the views of all conformist and non-conformist present-day thinkers.

The leitmotiv is a simple melody. Its harmonization with other melodies and rhythms and the orchestration which integrates all the voices is a more complex thing. As in Wagner's operas, we pursue an infinite melody: A continuous flow where the main melody gets lost among instrumental and human voices. The question of the sense or non-sense of the human endeavour called science must take into account many circumstances. The exhausting of important ideas to explore, the limit of knowledge, is part of the matter. The excess of information is another part. But there are more questions to tackle. The question about the sense of all this stems from those different sources, like a river that takes water from its tributaries, and also from the need for introspective reflection. From time to time, it becomes necessary to go away from the river and contemplate it from the shore. Where does the river go? To the sea, we shall answer. And what for? Is it to achieve Truth? Is it to dominate Nature? What for? For whom? Was man made for science or science made for man?

Thinking about the role of science in present-day society is thinking about the past and the future of humanity. Human beings must question from time to time all their principles and their usual ways of life. There is nothing sacred and untouchable. The missions that science had in the past have been totally accomplished, or almost totally. Now, it is time to reflect anew on our society for the future, not only science but also many other activities or concepts: Art, religions/sects, History, universities, economic systems, political systems, human rights, etc. Very few things are permanent, and all of them are biological, such as taking food and water, sleeping, having sex, etc. All cultural things are subject to change; there is nothing eternal in them. From an anthropological point of view, all the characteristics of our civilization are simple features of the human specie in a given period of time and a given geographical localization. Certainly, the success of Western culture, with the subsequent annihilation of other cultures, has expanded the geographical location of our civilization to the whole planet, and this might lead us to think that our concepts, such as the so-called human rights, are absolute and universal. A mirage, an illusion! We just live our moment of glory, such as those of many empires which have absorbed great portions of land. The Roman Empire and the Egyptian civilization were greater than us; they lasted longer periods of time, dominating relatively large portions of land for that era. They were perhaps as proud as we are of our Western culture but they eventually declined. Now, it makes no sense to us to bury and embalm the pharaohs under pyramids. Possibly, future civilizations will not see any sense in building huge particle accelerators or telescopes.

You may think that the pharaohs were wrong in their belief that they could preserve life after death, whereas we are right in our scientific truths. I agree. I am not a cultural relativist: Of course, atoms exist and they are constituted by subatomic particles; of course, galaxies and stars exist. But the question is not about the truth of scientific assertions but about the place these truths occupy in our lives as human beings. In the Egyptian civilization or in our civilization, we are moved by our beliefs about what are the high values for our lives. The pharaohs believed that the great architectonic efforts of their people were worth it because that would allow them to be closer to eternity after death, and to show their status on earth too. Scientists believe that dedicating their lives to scrutinizing the laws of nature and making a complete catalogue of all the existing forms of matter, either inert or alive, will bring them closer to something eternal: truth; and make some profit on earth too... But then a question like that of Unamuno arises: “when we have filled the world with industrial wonders, with large factories, with paths, with museums, with libraries, we will fall down exhausted near all this, and it will be, for whom?” Is not it like the child of the tale “The Emperor’s New Clothes” that wakes us up from our dreams?

Behind the search for something permanent in our lives, something eternal, something absolute, there is most likely some fear of death. Death is an unavoidable topic if we are going to talk about the sense of some activity for our lives, or the sense of life itself, because precisely our certainty of the finiteness—and indeed very short compared to our aspirations—of our lives pricks our need to search for a sense. We waste our time: we will never find any sense in terms of eternity, but culture is fed mostly because of these aspirations, so the belief is not a bad business at all. Indeed, culture might be understood as the attempts of a civilization to alleviate the tension of the uncertainty which produces our certainty that we are going to die. From this psychological point of view, science is just one of the performances of this tension on stage among many possibilities.

History shows us many dawns and twilights in the different facets of human beings. Looking at the past we can date and understand the reasons for the birth of science. We do not know when its twilight will occur, but the reasons for it are already in the air: after a very hot summer always come the season for the drop of leaves.

Some Highlights in the History of Natural Sciences

If we want to understand why science is declining, we must first understand how it became so important. We must look at some of its advances to realize how important science has been for our culture, otherwise any attempt to talk about the twilight of the scientific era sounds like an anti-scientific complaint, and that is not my purpose.

There are some instances when science becomes very important, affecting not only specific subjects but also general world views which change our philosophy, religious beliefs, etc. This is the case with the Copernican revolution. That a creature on the earth is able to understand the position and motions of the planet, despite the appearances to the contrary, may be called properly “intelligence”. The search for truth in science is a heroic enterprise, and the greater the difficulty in reaching it, the more value it has. In the revolution which bears his name, Nicolaus Copernicus was the great hero, although not the only one, to judging from the number of people

before and after him who worked on the same idea.

There have been many phenomena around us whose logic was not understood and, in the era of rationalism and the subsequent century of enlightenment, science would offer explanations about them in a positive way, distinct from metaphysical speculations. Understanding the mechanics of nature was a dream pursued by human reason during many centuries and, with Newton's system, the great triumph of modern physics was reached:³ a set of principles and laws which allow us to understand and to calculate motion in terms of kinematical principles and known forces, a triumph also in the understanding of gravitation as well as of celestial mechanics.

The most important contribution to the understanding of the mechanics of nature and its forces after Newton involved another synthesis of knowledge, this time on the subject of electromagnetism, produced by James Clerk Maxwell, achieving the unification of electricity, magnetism and optics. Understanding the mechanics of nature would mean understanding how nature worked in all its aspects. That was the major aim of science, a dream pursued for a long time. This view, as seen by Huxley (1895) and many others at the end of the nineteenth century, is called "reductionism". Most present-day professional philosophers are against reductionism. They see it as a major threat to metaphysical speculation, and they prefer to adopt either a non-naturalist position or claim a mysterious emergence of irreducible properties in nature. Most present-day scientist however do not even talk about reductionism but take it as an undeniable fact.

The development of atomic theory is one very important achievement of science and it is one of the symbols of solid knowledge. And, since everything in nature is matter constituted by atoms, the understanding of this fact is of capital importance. Practically, all sciences are fed by atomic theory. In the last decades, particle physicists have made great efforts to learn more about the structure of matter, but with less spectacular results; the only impressive thing about particle physics nowadays is the gargantuan amount of money which it is able to consume in a short time.

In my opinion, the most important of all scientific revolutions is the theory of evolution. Why? Because this revolution affects not only our concept of nature, or our concept of matter, but also our understanding of ourselves. It is the answer to questions such as: Who are we? Where do we come from? Its importance surpasses the limits of science or pure knowledge. Of course, the debate about religious beliefs was and is still important, but it is more than that. It is perhaps the scientific theory with the greatest relationship to the humanities in general, philosophy, anthropology, history (prehistory), etc. It is a pinnacle in human wisdom, perhaps the highest. Along with the theory of evolution and genetics, the other great pieces in the puzzle to understand the nature of life were biochemistry and molecular biology, which made their greatest developments during the twentieth century. Their purpose, to explain life in terms of physics and chemistry, is a great reductionist enterprise.

These examples of scientific highlights are enough to recognize the important role of natural sciences in the past for our world. And, however, the resources dedicated to research until a century ago are negligible in comparison with the resources devoted to it in our own society now. It is a datum to take into account in our reflection about the sense of promoting fundamental research: increasing expenses with diminishing returns.

³ The term physics is generally used after 1850, instead of natural philosophy.

We may wonder why science in the past was so cheap, or why it is now so expensive. There are three reasons:

1) The ratio of scientists to general population in the past was lower than now. The number of scientists and engineers dedicated to R&D in the present day is 5.8 million (OECD data, 2006, excluding India); that is, on average, around a thousandth part of the world population. In developed countries the ratio is much higher: for instance, in U.S. it is around one in two hundred. In the whole of the nineteenth century, the number of persons around the world who published at least one paper in a scientific journal, either pure or applied science, was approximately 115,000 (Gascoigne, 1992), although most of them only published one paper and did not dedicate their lives to science. The number of people who lived through the hundred years of the nineteenth century was around 3 billion, so a ratio of scientists to general population of $\sim 4 \times 10^{-5}$ stems from that census, even including people who only produced one paper, is lower than the current one. The number of scientists in the seventeenth century is roughly ten times lower than in the nineteenth century (from the analysis by Gascoigne, 1992, of scientists who appear in the Historical Catalogue of Scientists and Scientific Books) while the population was roughly half that of the nineteenth century, so the ratio in the seventeenth century would be circa 10^{-5} .

2) The instruments needed by empirical scientists in the past were much more rudimentary and easy to build, and consequently cheaper. That expense for instruments are much higher now than in the past is quite obvious. Certainly, the telescope which Galileo built was much cheaper than the 39m E-ELT telescope to be built by European Southern Observatory (ESO) in Chile with a planned cost of one billion Euros; and space telescopes are even more expensive.

3) Most of the scientists in the past did not receive a salary for their research. In most cases they even paid their own research expenses, and they did not have as many paid vacations disguised as “conferences” as they do now. The funding of science has changed a lot nowadays with respect to the past. The professionalization of research is actually a very recent thing.

Institutionalization of Science and its New Socioeconomic Conditions

Science has gained recognition from society, and it is nowadays one of the centres of power which pulls the strings of our society. It is a new church. Many times, philosophers have compared science with religion. I do not think that comparison is appropriate. Science is an activity very different from religion, and its concepts have an empirical basis which is far beyond the beliefs of religion. Nevertheless, from a sociological point of view, just looking at the social organization, there are certainly some similarities.

The project's main researchers are leaders of a group comprising several Ph.D. students, several postdocs and, perhaps, some senior scientists of lower status. This main researcher is usually a kind of commercial manager. They begin their careers as scientists, but they become administrators or politicians of science. The situation is well described by Gillies (2008, ch. 8): “Academics typically start with great enthusiasm for research, but, after a number of years working at research, they often become rather bored with it. They may have run out of ideas. They

may have come to realise that their youthful hopes of becoming the next Einstein were an illusion, while the reality is that there are quite a number of young researchers doing better than they are. In these circumstances the sensible move is into administration and management where a tempting career ladder stretches before them”.

The snowball effect, also called the Matthew⁴ effect (Merton, 1968), is present to a certain extent in the social dynamics of science, especially in the most speculative areas. It is a feedback loop: the more successful a line of research is, the more money and scientists are dedicated to working on it, and the greater the number of experiments or observations that can be explained ad hoc, such as in Ptolemaic geocentric astronomy; this leads to the theory being considered more successful.

In some cases, the system supports conservative views, but there are also cases of speculative lines of research that have been converted into large enterprises. For instance, in theoretical physics, string theory has absorbed a lot of people and funds, as well as marginalising and deprecating other approaches to the same problems (Luminet, 2008). Smolin (2006) thinks that string theory is not only speculative but the conclusions are circular, the concepts are arbitrary and the hierarchical structure of this scientific community is quite outlandish. The Nobel Prize winner in Physics, Sheldon Glashow, wonders whether string theory is not more appropriate for an Institute of Mathematics or even a Faculty of Theology rather than to an Institute of Physics (Unzicker 2010, ch. 14). Unzicker (2010, ch. 14) considers physicists working in that theory as being like a sect or mafia. Another case is the search for supersymmetric particles in dark matter, which occupies more than thousand people at CERN. And what happens when, after a long period of search, when huge amounts of money have been consumed, the experiments or observations do not find any evidence in favour of these theories? Then the groups claim that we must carry out exploration at higher energies and they ask more money

As is well known, control of communications and practice of power are closely related. Thus the system, far from allowing free publication of results among professionals, works hand in hand with censorship. Theoretically, this control is presented as a quality filter but its functions are frequently extended to the control of power. Those researchers who want to publish in scientific journals are subject to the dictates of the chosen referee and the journal editors, who will say whether the paper is accepted or not: this is the peer review system. There is plenty of evidence of bias in support of papers confirming the currently accepted viewpoint and in favour of established researchers (Armstrong, 1997). Nepotism (friendship networks) is also common (Wenneras & Wold, 1997; Thurner & Hanel, 2010). Nonetheless, actually, the main problem is not direct censorship itself, but the screening action of the massive overproduction of papers, with millions of scientists producing millions of papers every year, the reading of which cannot be undertaken by even the most hardworking of readers. This means that, once the obstacle of direct censorship in the journals is removed, the researcher who tries out new ideas will have to fight with indirect censorship: the super-production of papers that conceal what is not of interest to the system. Propaganda is the key element in a paper becoming known. For this, the leading specialists again have the advantage, because they control most of the strings which move the publicity machinery; they have the appropriate

⁴ Merton (1968) gave it the name “Matthew effect” from the Gospel of Matthew (25:29) which says: “For everyone who has will be given more and he will have abundance. Whoever does not have, even what he has will be taken from him”.

contacts, they write reviews (summaries of scientific discoveries within a field), they organize congresses and give talks as invited speakers. Moreover, the reproduction of standard ideas is more acceptable because many people are interested in them, whereas the diffusion of new ideas is of interest only to their creators.

This is not something new, it has happened all throughout history. The new thing is the institutionalization and bureaucratization of this process.

The Decline of Science

Some of the problems of science nowadays, which constitute some symptoms of the decline of our culture, are:

- 1. Society is drowned in huge amounts of knowledge, most of it being about things of little importance for our cosmic vision, or producing no advances in the basic fundamentals of pure science, only technical applications or secondary details.*
- 2. In the few fields where some important aspects of unsolved questions have arisen, powerful groups control the flow of information and push toward consensus truths rather than having objective discussions within a scientific methodology; it gives few guarantees that we are obtaining solid new truths about nature.*
- 3. Individual creativity is condemned to disappear in favour of big corporations of administrators and politicians of science specialized in searching ways to get money from States in megaprojects with increasing costs and diminishing returns.*

We can use one adjective to describe the status of science at present and in the near-future: decadent. It is only a subjective perception. Possibly other people will think the opposite thing, that we live in a golden age of science. There are plenty of reasons in favour of the first thing (see in López Corredoira 2013 many examples of malpractices). Rather than a question of pure argument, it is a also question of sensitivity, of being able to perceive the sense or nonsense of the major enterprises which are nowadays called science from a human point of view. The quantity of publications, the quantity of big instruments and the technology created, the number of jobs created in research, the accurate control of our science in comparison with past times, etc. might be arguments to show that science is presently living in a wonderful epoch. However, I would reply, the spirit of science is being lost. And how do you measure the quantity of spirit? No, it is not a measurable quantity; forget about creating a new scientometric method to determine the amount of scientific spirit. It is a question of sensitivity: just look around; just talk with some leading scientists and observe their lives, their work. Technocracy is replacing the joy of scientific creativity.

The same thing could be said about poetry: Do you think we live in a golden age of poetry now because a huge number of poems can be found on the internet, there are a lot of poetry competitions with hundreds of participants, and there are many poetry clubs, etc.? No, the spirit of poetry is nothing to do with that. What then is?

If you cannot find an answer yourself, it is because you are not sensitive enough to poetry. Something similar happens with sciences. It is necessary to be sensitive to scientific thought in order to appreciate its boom or decadence.

The fact that science has become a big enterprise, consuming huge amounts of state funding has made it more vulnerable to becoming politicized and subject to the social values of the masses rather than the values of a thinking elite. Not only are scientists at the service of mediocre programs of research devised by mediocre scientists who dedicate more time to bureaucracy and getting funds than to thinking about science; we have even reached the incredible situation that ordinary people without much idea about science are being asked to propose topics for the future direction of science. The argument is that people pay their taxes and scientists use part of these taxes to do their science, so people have the right to choose which projects the public money is invested in. See, for instance, the web page <http://www.reto2030.eu/>, where people may vote for which scientific projects should be financed before the year 2030. Not only mediocre scientists choose, now non-scientists also choose.

The problem for scientific institutions will probably come when its influence over society is reduced and when the resources that science consumes begin to diminish. One possible reason for stopping the expansion of scientific investment and causing its collapse is that science will reach the maximum expense that a society can afford. Scientific institutions follow the structure of capitalism, so they must continuously grow. Experimental science becomes more and more expensive with time, and science has opted for this way of no return, going always for an increase in funds. When a limit is reached at which the investment in science can grow no more, a crisis will become unavoidable. Nowadays, the richest countries invest around 3% of GDP in research and development, from which 20% is for pure sciences, a ratio much higher than in the past, both in absolute and relative terms, and that has grown continuously in the last few decades, with some small fluctuations. Possibly this is already close to the asymptotic limit in terms of the relative ratio of money that a society can afford, so a crisis may be not very far away. The crisis will also depend on circumstances in society: if the GDP of developed countries grows through inflation, even at a constant ratio it will result in an increase of investment in science; the exponential fast growth of the last few decades cannot be sustained but at least a slow growth may delay the death of science. The effect will not be immediate. Possibly, many centres will continue for some decades with a decreasing budget, but eventually they will recognize that no advances can be made with small budgets; even less than the few ones obtained with the huge budgets they have got nowadays. Therefore, research centres will begin to close, one after another.

A crisis in the business of science, a crisis of no return, may happen, and a dark age in the advance of scientific knowledge might arise. This will not happen very fast but will be a slow process, possibly lasting several generations, and this decline will not only affect science but the sinking of science will run parallel to the sinking of many other aspects of our civilization. Indeed, they will most likely feed off each other. Science is a major characteristic of our western culture, and our way of thinking. Therefore, the end of science will mean the end of modern European culture, the twilight of an era initiated in Europe around the fifteenth century and which is extended nowadays throughout the world: the scientific age.

Spengler and the Decline of the West

Professional philosophers make very few attempts to understand the present-day problems of science, though there are some valuable rare exceptions. In most cases, these problems are only mentioned in order to discredit science in general. Why is the kind of analysis in the present article (or the full version in the book of the same title) so infrequent among the works of professional philosophers? I think there are two main reasons: 1) Most of them do not have knowledge of science at close quarters but only through reading books, which do not reflect the real problems; even in the few cases of philosophers with an education in science to the level of a scientist, they do not dedicate their time to research so they only know about present-day problems by hearsay. 2) They are not interested in revealing the miseries of another profession because they themselves share the same problems in even greater magnitude. In this panorama, what has the “office-philosopher” to say about science? Nothing different from what happens in his or her own house. At present, professional institutional philosophy has as many problems as institutional science, and reading philosophy of science written by contemporary philosophers working in a university is mostly a waste of time. Therefore, it is not strange that there should be silence about the things criticized along this article. And these problems of science are not going to go away, nor are they to be resolved by any paid philosopher (or sociologist or any group of administrators of culture paid for by the state). These questions are things to be discussed by scientists themselves, and from the inside looking out.

*Nonetheless, true “philosophers”, in the full sense of the word, even if they do not specialize in scientific questions, may offer us interesting insights about many questions related directly or indirectly with the activity of scientific research. Let us consider for instance the case of Spengler and his work *The Decline of the West*, a masterpiece in many ways, with plenty of lucid ideas and admirable global vision; a giant, a brave thinker with a strong character and something interesting to tell, rather than a boring treatise of trivialities and diplomatic sentences of the kind so common among our dwarf-philosophers.*

Spengler’s major conclusions are twofold:

1) There are three possible ways of a civilization developing: within magical, Apollonian or Faustian conceptions of the world. Magical conceptions are associated with primitive cultures dominated by animism, religions and other superstitions, of which there are still some remnants in present-day societies. The Apollonian spirit is the characteristic of reason and logics, of the quantification of nature, typical of most scientific activities. The Faustian spirit is characterized by the will, the feeling of a direction towards an end, the consciousness of history.

2) The second conclusion is that the history of our culture can be compared with the history of other civilizations and their developments, and in making that comparison it can be observed that western culture is declining, it is reaching the end of its possibilities. The epoch of the arts is over, and now only rubbish is being

produced, as an illusion of art, keeping it alive. The epoch of philosophy is over. And the epoch of science is over too.

Death of science consists of the existence of nobody able to live it. But 200 years of scientific orgies get fed up in the end. It is not the individual but the spirit of a culture who gets fed up. And this is manifest by sending to the historical world of nowadays researchers who are more and more small, mean, narrow and infecund. (Oswald Spengler, *The Decline of the West*).

For Spengler, the epoch of mathematics is over, and there now remains only the work of conservation, refining, polishing, and selection. Physics is also near its limit. What remains now is an industrial production of hypotheses. Still, in the 1910s and 1920s, when Spengler wrote about this, there were important discoveries being made in physics. Nonetheless, I think Spengler is right in his prediction about the decline of the scientific world, as well as the decline of culture in general, a trend which may last many decades or centuries. In my opinion, he was ahead of his time, and he saw the problems of the future in our civilization in a prophetic way. We must bear in mind that the decadence of the Roman Empire lasted almost three centuries, after the death of Marcus Aurelius, with certain fluctuations but following a general average trend of decline (Gibbon, 1776-1789). The same thing may occur with the decline of our culture now: We have been declining all through the twentieth century, and we will continue to do it during the twenty-first century.

Conclusions

Science is becoming a nonsense for humanity. During the last century, science has advanced more and more in technical terms, more and more in its investment in very expensive experiments, in the amount of information it generates, but it has gone backwards with regard to its motivation. The force which pushed humanity to walk towards knowledge, enlightenment and reason is now pushing very weakly. Now, science continues to work because of its inertia but is subject to some friction because to its erosion. Our science is tired, exhausted. It walks entangled with economic forces rather than with human dreams. Science has lost its first attractiveness; only simple technical operations remain.

Our science has become an animal without a soul, or it might be better to say, a colony of animals, a group of organisms which devour human efforts and do not offer anything but growth for the sake of growth. Scientific organizations behave like a colony of bacteria which reproduce as far as the available food/money allow. The more you feed them, the more they grow: more Ph.D. students, postdocs, staff researchers, supercomputers, telescopes, particle accelerators, papers, etc. And, if the money tap is closed, the people dedicated to science and their by-products are proportionally reduced. This is not the science of Galileo, Darwin, or Einstein, who produced their ideas when they felt the "spiritual" necessity to express them, independently of whether they were paid for that or not; certainly for prestige, and for the pride in revealing new truths. Nowadays, there are very few things to

express; almost everything in science is reduced to find a small fiefdom of nature to analyse—whether there is any fundamental question to solve in this analysis does not matter—, and publishing papers on it and getting citations from colleagues with the aim of getting jobs and extra money for expenses. Getting money to employ more Ph.D. students, postdocs ... and when these students and postdocs grow up, they become new senior researchers who ask more money, and so on. The sense of all this industry is one of primitive life: just a struggle for survival and spreading (intellectual) genes.

Why should science survive? It was important for our understanding of nature in the past, but it is not so much now. Our philosophy of nature does not change, our Weltanschauung (world view) does not change with the latest discoveries; only subtle details are now produced. Is it good for the individuals of the mankind to know so many details about nature? And if it is not produced for each of us, “it will be, for whom?” (Unamuno).

The role that pure sciences (apart from technological applications) will occupy in the culture of the humanity in the future is unknown now. Let us hope it will retain our tradition of understanding how nature behaves, but in a different way from what we have known up until now. Let us wait and see if future generations keep the best of it.

Referencias / References

- J. S. Armstrong, “Peer review for journals: evidence on quality control, fairness, and innovation”, *Science and Engineering Ethics*, 3, 63-84 (1997).
- R. Gascoigne, “The Historical Demography of the Scientific Community, 1450-1900”, *Social Studies of Science*, 22(3), 545-573 (1992).
- E. Gibbon, *The History of the Decline and Fall of the Roman Empire*, 1776-1789, Strahan & Cadell, London.
- D. Gillies, *How Should Research be Organised?*, 2008, College Publications, London.
- T. H. Huxley, “The Scientific Aspects of Positivism”, *Lay Sermons, Addresses and Reviews*, 1895, London
- M. López Corredoira, *The Twilight of the Scientific Age*, 2013, BrownWalker Press, Boca Raton (FL, EE.UU.).
- J.-P. Luminet, “Is Science Nearing Its Limits? Summarizing Dialogue”, <http://arxiv.org/abs/0804.1504> (2008).
- R. K. Merton, “The Matthew Effect in Science”, *Science*, 159(3810), 56-63 (1968).
- L. Smolin, *The Trouble with Physics: The Rise of String Theory, The Fall of a Science, and What Comes Next*, 2006, Houghton Mifflin Hartcourt, Boston (Massachusetts, EE.UU.).
- O. Spengler, *Der Untergang des Abendlandes* (2nd ed.), 1923. Traducción al español en: *La decadencia de occidente*, 1998, Espasa Calpe, Madrid.
- S. Thurner, R. Hanel, “Peer-review in a world with rational scientists: Toward selection of the average”, <http://arxiv.org/abs/1008.4324> (2010).
- M. de Unamuno, *Del sentimiento trágico de la vida*, 1913. Reedición: 1999, Espasa Calpe, Madrid.
- A. Unzicker, *Vom Urknall zum Durchknall. Die absurde Jagd nach der Weltformel*, 2010, Springer, Berlin.
- C. Wenneras, A. Wold, “Nepotism and sexism in peer review”, *Nature*, 387, 341-343 (1997).

