

En torno a G. I. Taylor, los fluidos y Cambridge

Manuel García Velarde

Arbor CLVI, 615 (Marzo 1997) 47-89 pp.

Introducción

La reciente publicación de una monografía ¹, algo más que una biografía, sobre Sir Geoffrey Ingram TAYLOR, O. M., F. R. S., es motivo de regocijo por lo que de la persona, del científico, y de la ciencia y metodología que cultivó podemos conocer. La singularidad del personaje, la calidad y cantidad de ciencia e invento que por doquier desarrolló, aunque mayormente su asiento fuese un sofá de una casona en Cambridge, siendo miembro de una de las mejores universidades si no la más prestigiosa del mundo, sí al menos del Reino Unido, permiten reflexionar sobre el papel de la ciencia en el progreso de la sociedad humana y de la sensibilidad, receptividad y aprecio que ésta y sus líderes políticos, económicos y militares, tienen por la investigación. Por último, y no menos importante, el autor de la monografía —George K. BATCHELOR— es la autoridad, el líder científico vivo de la mecánica de los fluidos, primero discípulo y luego continuador independiente de la labor del biografiado.

Colegios Mayores

CAMBRIDGE (aparte Salamanca,..., Göttingen) es la ciudad universitaria por excelencia, por antonomasia ². Su uni-

versidad (dicen que de 1209), con las de Oxford, Harvard, MIT, Stanford, Berkeley,..., forma el elenco cuya potencia intelectual conjunta, frente al resto del mundo, da idea de lo que significa poblar cerebralmente en terreno abonado³. Ciertamente que no es oro todo lo que reluce, pues en todas partes cuecen habas pero es que ¡ha habido y hay tantas lumbreras y en tan variadas disciplinas! Pasear por las calles de Cambridge —pienso que no sólo para mí sino para muchos de los miles de turistas de todas las nacionalidades que por allí van— particularmente desde el viejo puente (Magdalene y Bridge) por St John's, Trinity, King's Parade a Trumpington (donde está el Museo Fitzwilliam), hace «sentir» la historia de la ciencia, un «cosquilleo» por la columna, un escalofrío de placer y muchas sensaciones más. Es ver palpablemente que la ciencia no es cosa de Estado sino de la sociedad, de los ciudadanos, por activa y pasiva⁴. En Cambridge además de la enseñanza en las aulas hay la Biblioteca de la universidad, las bibliotecas de Facultades, Departamentos e Institutos y unos treinta y cinco COLEGIOS que proveen al estudiante de bastante más de lo que los Colegios Mayores dan en nuestro país (tutorías, conferencias, tertulias, seminarios, música, teatro, deportes, etc.). Es aún el pasado en el presente y, sin duda, en el porvenir. Colegios Mayores cada uno con las normas, reglas, ritos, liturgia, virtudes y manías de sus directores, «fellows» y tutores-profesores (del simple becario al honorífico residente con habitación y manutención aseguradas hasta su muerte); diarias «vísperas» con el angelical canto de sus coros (por el origen de la universidad y, generalmente, religioso de sus fundaciones) al igual que en las vecinas, tanto encantadoras parroquias como imponentes y bellas, catedrales normandas: Ely, Peterborough, Norwich, etc. Cambridge no tiene catedral.

Desde el PETERHOUSE, el más antiguo colegio, concebido en 1284 para alojar a un «Master» y catorce «worthy but impoverish fellows», estudiosos y maestros del intelecto del entorno, dando clases fuera del Colegio, y desde el siglo XVI para estudiantes universitarios internos. Por un tiempo tuvo ciervos en su parque y fue el primero en electrificarse. Pero es tal la pequeñez de sus cuartos o camas —dicen— que, aun siendo invitado, vivir con la mujer es harto difícil.

Antaño fue imposible, pues casarse y dejar el Colegio eran actos correlativos. Peterhouse fue el colegio de Henry Cavendish, quien en el siglo XVIII midió la densidad del agua y estimó el peso de la Tierra en seis mil trillones de toneladas. También albergó a Charles Babbage, inventor del primer computador mecánico y al recientemente fallecido Sir Frank Whittle, inventor del motor de reacción, y a C. Cockerell, inventor del «hovercraft» (Cambridge está en La Isla).

El colegio PEMBROKE (1347), donde estudió W. Pitt, diputado a los dieciocho años, Ministro de Hacienda a los veintidós y Primer Ministro a los veinticuatro. Del que Sir George G. Stokes fue Master, quien siendo uno de los creadores de la ciencia de los fluidos, a su vez gozó en su relación social de la «virtud del silencio», llegando a asistir a numerosas reuniones administrativas sin decir ni pío (muchos de nuestros parlamentarios parecen poseer igual virtud).

GONVILLE Y CAIUS, fundado en 1348 por el sacerdote E. Gonville y refundado en 1558 por John Caius (apellido en latín; en inglés, KEYS, y en flamenco, KEES) de quien fue el introductor de los estudios de anatomía experimental en Inglaterra, médico real de Felipe II, Eduardo VI, María Tudor e Isabel I. El Colegio de Harvey, Wollaston, G. Green, Chadwick, R. A. Fisher, C. S. Sherrington, Crick, Hewish, Mott, S. Edwards, Hawking, Barenblatt, entre otros. El de las célebres entradas a patios de la humildad para los recién llegados y de la virtud y del honor para los veteranos. Donde, actualmente, al menos un turno de los estudiantes cenan a la vez que el Master, «fellows» e invitados en la «high table». Mesa presidencial que está por encima del nivel de las mesas de los estudiantes. Tras la cena —con queso o tarta según se ponga, o no, el platito frente a uno (o tenedor y cuchillo en el plato)— hay los postres en una Sala próxima, reservada —«(Senior) Combination Room»— con frutas y café, Sauternes y Oporto (en ocasiones Jerez; aunque éste suele tomarse antes de la cena) inventos británicos, los dos últimos. La bebida circula continuamente a izquierdas y la fruta a derechas, durante una hora larga de sesuda y afilada tertulia. Es el primer colegio en el que (en 1860) se permitió a sus «fellows» casarse y seguir

viviendo allí. El de la película «Carros de fuego», aunque ésta se rodó en el vecino TRINITY. Colegio éste diferente del TRINITY HALL (1350; Hall indicó, originalmente, edificios, y College, estudiantes) cuyo Director fue el primero que —gracias al permiso dado por Isabel I— pudo casarse y seguir siéndolo.

TRINITY, fundado en 1546 por Enrique VIII es el Colegio de Newton, Francis Bacon, Lord Byron, Lord Tennyson, Rutherford, Maxwell, J. J. Thompson,... y el de G. I. Taylor (nacido el 7 de marzo de 1886) quien en 1905, para estudiar Matemáticas y Física, escogió ir allí para asociarse con tan ilustres predecesores. Tuvo como profesores a Whitehead, Herman, Whittaker, Barnes y Hardy. En 1952 recordó que «nunca me preocupó la matemática pura y sus lecciones las seguí sin interés. Las que más me gustaron fueron las de óptica geométrica pero es que eran impartidas por Whitehead, capaz de hacer cualquier asignatura atractiva, incluso la filosofía». TRINITY tiene casi una treintena de Premios Nobel en su haber. Posee el mayor patio/claustro colegial, célebre porque los estudiantes hacen apuestas sobre quien es capaz de recorrerlo mientras suenan las campanadas de la medianoche. Tras la capilla hay una salita recoleta con un piano de cola (que quizá espontáneamente surgió allí pues parece imposible haberlo introducido por puerta o ventana alguna de la actualidad) donde los miércoles se podía/puede escuchar recitales de jóvenes talentos, más que promesas.

KING'S COLLEGE, el Colegio de Nuestra Señora y de San Nicolás, fundado por Enrique VI en 1441, exclusivamente para completar formación y «clase» de los jovencitos del Colegio de bachillerato ETON fundado un año antes. El privilegio perduró cuatro siglos pues sólo a partir de 1873 se admitieron a no-Etonianos. El de las vacas en su parque (campo propiedad de la corona y arrendado al Colegio para que sus «fellows» disfruten de la leche). El de Maynard Keynes, por citar un nombre. El de la imponente capilla, sede hoy de maravillosos recitales de órgano (del siglo XVII), música coral y conciertos como también hay en la capilla del QUEEN'S. Este último (fundado en 1448-65 «to laud and honneure of sexe femenine»). Su «mathematical bridge» ha sido usado como prueba palpable —maledicente leyenda—

de la flaca aptitud de un matemático para ejercer la ciencia experimental o la ingeniería —contraejemplo G. I. Taylor— pues suelen sobrarles piezas cuando tras desmontar el puente, o un mecano, lo intentan reconstruir. Queen's rompió con la tradición en el estilo de sus edificios, provocando la polémica entre lo nuevo y lo antiguo.

ST JOHN'S COLLEGE (1511, por San Juan Evangelista), con magnífica y amplia «Senior Combination Room» alumbrada sólo con velas en lujosos candelabros de plata, la mayor —por más larga— sala en Cambridge, donde dicen se planeó el desembarco del día D en la Segunda Guerra Mundial, operativo «Overlord», ideado por Churchill y Roosevelt durante una reunión celebrada en el (hoy desaparecido) Hotel Anfa, ubicado en la cima del más elegante barrio residencial de Casablanca. Su coral es una joya. St John's inició en 1829 el reto de las regatas Cambridge-Oxford en el río Támesis a su paso por Londres.

MAGDALENE (nombre pronunciado a la francesa; de origen benedictino, 1428), ubicado en la más castiza zona de la ciudad. Fundado en 1542 fue el último en admitir, ya por 1988, mujeres. En sus bibliotecas (tiene cuatro, una de ellas con más de veinticinco mil volúmenes) hay documentos y archivos extraordinarios.

GIRTON, creado en 1869 como residencia exclusiva de mujeres, hasta 1977, en que empezaron a admitir hombres, primero sólo docentes y luego en 1979, estudiantes. Lejos del centro urbano para alejar la tentación masculina (al principio a cuarenta kilómetros, aunque hoy sólo a cuatro, con unas 20 Has. de terreno), con una biblioteca de más de setenta mil volúmenes. Fue Colegio universitario oficialmente sólo desde 1948, cuando Cambridge admitió con pleno derecho a las mujeres (el primer Diploma fue ofrecido como Doctorado *Honoris Causa* a la actual Reina Isabel II).

NEWNHAM, desde el principio y hasta ahora Colegio sólo de mujeres, creado en 1871 para el progreso intelectual de quienes aún estaban excluidas de la universidad. Con una fenomenal biblioteca, el larguísimo pasillo que liga sus edificios le da un halo de gran mansión familiar. Intencionalmente se fundó sin capilla. Tampoco la tiene el Colegio de CHURCHILL, uno de los más extensos en un solo dominio (unas 16 Has.) y más moderno en todo. Desde su origen,

tras la segunda guerra mundial, estuvo orientado a fomentar la ciencia, la ingeniería y la relación de ambas con la industria. Su Master, Prof. Alec Broers, en 1996 devino Rector/Vice-Chancellor de la Universidad (el *Chancellor* —figura honorífica— es, actualmente, el Duque de Edimburgo). Fue el primer Colegio en admitir, en 1972, a mujeres. Aunque hay iglesia dentro de su extensa propiedad no es la capilla del Colegio, por ¡cuestión de principio! Posee el mejor complejo colegial de apartamentos para postgraduados y profesores visitantes.

Cambridge es, pues, la ciudad y la universidad de Bacon, Newton, Maxwell, Harvey, Byron, Lady Ada Lovelace (hija de Byron; hay un lenguaje de programación del Departamento de Defensa de los EE.UU. que lleva su nombre, ADA), Babbage⁵, Whittle, Stokes, Wollaston, Green, Milton, Tennyson, Darwin (el celeberrimo, después un hijo —valioso científico de los fluidos— y luego un nieto que cedió su mansión para que, en la colaboración tricolegial de Caius, St John's y Trinity se crease en 1965 el Colegio Darwin para graduados), Erasmo, J. J. Thompson, Bragg (padre e hijo), Lamb, Larmor, Lord Rayleigh, Rutherford, Hardy, Littlewood, Ramanujan, B. Russell, Whitehead, Eddington, Dirac, Maynard Keynes, Fisher, Sherrington, Jeffreys, Mott, Ryle, Hewish, Aston, Chadwick, Wilson, Kapitza, Cockcroft, Walton, Blackett, Perutz, Kendrew, Milstein, Norrish, Porter, Adrian, Hodgkin, R. D. Keynes, Needham, Wittgenstein, Polkinghorne, Whittaker, Lighthill, Anderson, Walton, Sanger (dos veces Premio Nobel), Josephson, Crick, Watson, Pippard, Edwards, Hawking, Hoyle, Bondi, Thouless, Pepper, Klug, Cormack, Longuet-Higgins, Barenblatt, Broers, Howie, Moffatt, Crighton, Batchelor,... y G. I. Taylor. ¡Vaya pléyade!⁶. Por algo la Fundación BBV ha escogido esta universidad para su programa de investigadores y catedráticos visitantes en cualquier disciplina.

De frente: los fluidos

El tío-bisabuelo de G. I. (como lo recuerdan los cantabricenses y algunos profesionales de los fluidos) fue George Everest, por quien se nombra el pico más alto del Himalaya

y del mundo. Su abuelo materno fue George Boole, el del álgebra simbólica. Éste fue pensador independiente y original, dos características también del nieto. Una tía suya, Lucy Everest, hija de Boole, fue la primera mujer profesora de Química en Inglaterra (Londres).

A los once años, en la Navidad de 1897, en el crisol de la ciencia británica, y templo de su divulgación a la ciudadanía, que es la *Royal Institution* (de Gran Bretaña)⁷, asistió a una serie de lecciones, ilustradas con experiencias de cátedra, dadas por Sir Oliver Lodge sobre la telegrafía sin hilos. Tan fascinado quedó que cincuenta años más tarde diría: «I wish I could again capture the exquisite thrill those lectures gave me». Tales lecciones de Navidad, hoy televisadas por la BBC, fueron iniciadas en 1827 por Faraday, quien a su vez asistió entusiasmado a unos «Friday Discourses», que aún se celebran por suscripción (asistencia con traje de etiqueta) y empiezan pomposa, teatralmente, a las nueve en punto de la noche siendo su duración de una hora. Taylor, en aquella ocasión, fue presentado a Lord Kelvin como nieto que era de Boole. Lo mencionó en 1959, al recibir la medalla Kelvin de la *Institution of Civil Engineering* (Londres). Años después, fue Taylor a su vez invitado a dar una serie de seis lecciones, en la Navidad de 1936. Disertó ¡como no! sobre barcos. Habló de flotabilidad, barcos antiguos, yates y barcos típicos locales, maquetas y diseño de barcos, navegación, y barcos propulsados mecánicamente, usando una copiosa colección de diapositivas, que a buen seguro fascinaron a la audiencia de niños. G. I., sin hijos, solía decir que los niños fueron sus oyentes más estimulantes. Quizá su éxito con ellos y su falta de interés en la docencia normal universitaria proviniese de que, para aquéllos, basta con saber, mientras que, para los cursos universitarios, además de saber hay que gastar mucho tiempo, más de lo que se imaginan los alumnos, en la preparación de clases aceptables. Volvió a dar otra conferencia en la mencionada *Royal Institution* en febrero de 1970 sobre la interacción entre experimento y teoría en mecánica de fluidos. Una maravillosa conferencia, a juzgar por el texto, en el que recuerda logros de Leonardo da Vinci, Newton, D. Bernoulli y Rayleigh entre otros gigantes; texto que, digamos de paso, da gusto poner junto al conjunto de ar-

tículos —en traducción francesa— sobre los fluidos en la obra de Leonardo, del historiador Ernst Gombrich⁸.

Acabada la licenciatura (B. A., tres años de universidad) se dirigió a J. J. Thompson (Premio Nobel de Física en 1906), catedrático del Laboratorio Cavendish (¡menudo Departamento de Física! que contabiliza 17 Premios Nobel directos y hasta ochenta indirectamente. Es el Departamento con la historia científica más ilustre del mundo) solicitando un problema de investigación. De entre las propuestas que éste le hizo escogió una, no por razones de su interés científico, sino porque podía hacer el experimento en un cuarto trastero de su casa. Se trataba de demostrar experimentalmente si —como imaginaban los partidarios de la teoría cuántica— la difracción de la luz (franjeas de Fresnel) variaba apreciablemente al cambiar drásticamente la intensidad de la fuente luminosa usando para la observación una fuente tan débil que casi un único fotón pasase por el aparato en cualquier instante. Intensa luz conlleva interacción entre los posibles *fotones*, o unidades —cuantos— de luz, mientras que al pasar uno sólo, era de esperar que no se presentaría tal interacción. Fue uno de los primeros experimentos cuánticos de difracción. Usó la lámpara testigo de un calentador de gas, cuya intensidad aún redujo usando filtros ahumados, fotografiando la sombra de una aguja. Lo dejó en marcha ¡durante seis semanas en las que aprovechó para navegar hacia las islas Spitzbergen, al noroeste de Noruega! Con tan poca luz precisaba de un largo tiempo de exposición fotográfica (hasta dos mil horas). El resultado no fue alentador para los defensores de las nacientes ideas cuánticas, ya que la imagen obtenida fue idéntica a la de luz de gran intensidad, de acuerdo con la teoría clásica. El correspondiente artículo ocupa una página y media con una economía de lenguaje que da gusto.

Parece ser que, a sugerencia aún de Thompson, experimentó con las propiedades rectificadoras de cristales pero no llegó a publicar dicho trabajo, que apareció tras su muerte como manuscrito inconcluso. No continuó con la física cuántica porque «though this —first— experiment, performed with homemade apparatus costing perhaps two dollars, was successful in giving a definite negative result which is referred to in books on optics, I did not feel a call to a

career in pure physics». Cabe también pensar que fuera, como indica toda su vida, porque quizá un área científica de moda conlleva esclavitud o, al menos, limitación en la libertad. Algo en lo que no piensan los muchos que para su trabajo se guían por el tema que atrae mayor número de citas, o por lo que se publica en las revistas de mayor «índice de impacto». Había que ser bragado y estar seguro de sí mismo, intelectualmente, para con sólo veintidós años darle la espalda a una de las grandes autoridades científicas del momento, y, por tanto, a una segura carrera en su Departamento, e ir por libre⁹.

Su segunda publicación es ya de fluidos, combinación de teoría cinética, termodinámica e hidrodinámica, tras la lectura de una nota de Lord Rayleigh. Fue sobre la propagación de una discontinuidad en un gas, problema ya tratado por Stokes al estudiar la propagación del sonido y, en otro contexto, experimentalmente por E. Mach. Anticipándose treinta años, en 1910, a otro de los grandes de los fluidos, el holandés Johannes M. Burgers, predijo que para que una perturbación localizada como una onda de choque pudiese propagarse permanentemente sin deformarse tendría que haber equilibrio dinámico entre lo que tiende a agudizar el choque, la no linealidad, y la disipación debida a los procesos difusivos en el interior de la zona de localización del choque, cuyo espesor obtuvo. La disipación impide que se desarrollen gradientes infinitos aunque deja la transición abrupta; análogo fenómeno es el salto hidráulico que ocurre en algunos ríos (*bore*, en inglés; *mascaret*, en francés). Años antes, Boussinesq y Lord Rayleigh habían identificado otro equilibrio, entre no linealidad y dispersión (en un medio material los «colores» viajan a velocidades distintas), capaz de permitir la propagación inalterable de una perturbación localizada, una onda solitaria sin discontinuidad, por ejemplo en aguas poco profundas, como fue descubierto por J. Scott Russell en 1834 en el *Union Canal* cerca de Edimburgo. Pero hubo que esperar a los años sesenta del siglo XX, para que el concepto de *solitón* adquiriese ciudadanía, aunque ya por los cuarenta se había establecido que choques en gases o saltos en ríos y ondas solitarias suaves tenían comunes características. Esta línea de pensamiento progresó en los recientes años noventa,

cuando se describieron mecanismos de creación de solitones mediante la acción de ligaduras externas, tales como los gradientes térmicos en fluidos o los campos electromagnéticos en fibras ópticas, etc. El balance energético entre el aporte de energía mediante la inestabilidad de la corriente, inducida por la ligadura, y la disipación viscosa, permite la creación y práctica permanencia de estructuras localizadas viajeras, solitones, en sistemas disipativos¹⁰.

En ese segundo trabajo de sólo seis páginas mostró G. I. su manera de proceder: antes de embarcarse en una teoría general, razonar sobre casos particulares, concretar y estimar qué variables y parámetros y en qué rango de sus valores hay aproximaciones fácilmente resolubles, pero relevantes, para luego atacar el caso general. Fue el primero de unos 150 trabajos sobre mecánica de fluidos, del total de las 270 publicaciones, de diversa índole, que completó en su vida. Aparte de un premio obtenido en 1910 como estudiante (el libro de R. L. Stevenson: *A Child's Garden of Verses* y 23 libras esterlinas), este trabajo le supuso recibir una beca para dedicarse a la investigación durante seis años. A notar que en los años veinte las únicas lecciones sobre dinámica de gases que se daban en Cambridge eran una serie de ocho que dio Taylor, quien también ya, en 1912, dio clases sobre dinámica atmosférica cuando, como investigador, exploraba su adentramiento en dicha área.

Señalemos lo que parece fue maravilloso como aventura, por un lado, y por otro crucial para el desarrollo de sus ideas y el afianzamiento de su metodología experimental: la expedición que como meteorólogo hizo en 1913, a lo largo de un recorrido que le llevó hasta Terranova y la península del Labrador, en el motovelero ballenero (de madera) *Scotia*, de 230 toneladas. Como consecuencia del desastre del *Titanic* el año anterior, el gobierno británico, cooperando con las navieras privadas, decidió enviar un barco a fin de localizar icebergs y experimentar la transmisión de sus posiciones por radio, técnica introducida hacía poco. Fue el primer barco patrullero del Atlántico. Taylor tenía que medir la velocidad del viento, la temperatura media y la humedad, magnitudes que se suponía podrían dar información sobre nieblas e icebergs. Con esos datos pudo estimar el flujo calorífico (negativo) del mar al aire debido a la turbulencia.

Mucho de lo que hizo, poniendo instrumentos en cometas y globos sonda por encima del kilómetro, fue en ocasiones a espaldas del capitán que se oponía a que usara cometas por los malos recuerdos de una anterior expedición con otro científico («I had to indulge in a slight prevarication with the captain, telling him that the winch I was fitting on his quarter-deck was for sounding, without adding that it was for sounding the air rather than the sea»). Tan ingeniosa fue su experimentación (amén, tras entender el error de su predecesor, saber escoger desde donde lanzar las cometas) y profundas las conclusiones que extrajo, que ochenta años más tarde ha habido quien ha dicho que pese a las nuevas técnicas ahora en uso poco cabe mejorar en el entendimiento de la turbulencia atmosférica respecto al obtenido por Taylor.

Aunque se conocen las leyes de la mecánica de los fluidos, resolverlas, para dar cuenta de cualquier proceso natural o industrial importante, aun de los más sencillos, es harina de otro costal y generalmente imposible..., son palabras de Taylor que sólo recientemente gracias al uso de potentes computadores y refinados y complejos métodos numéricos empiezan a no ser exactas ¹¹.

Taylor contribuyó al entendimiento de la turbulencia, de los procesos difusivos y dispersivos, a la dinámica atmosférica, a la oceanografía, la aeronáutica, la dinámica de las explosiones, la hidrodinámica de los movimientos a muy baja velocidad o en medios muy viscosos o de objetos minúsculos, las inestabilidades interfaciales, estabilidad y ondas internas (gravitatorias) en corrientes atmosféricas estratificadas, ondas de choque y otros procesos en gases en movimiento muy rápido, dinámica, deformación y ruptura de gotas y burbujas incluyendo la acción de campos eléctricos, plasticidad y dislocaciones en sólidos cristalinos, y numerosas otras cuestiones científicas, generalmente relativas a fluidos. Pensador, que no erudito, universal y generalista, G. I. investigó sobre lo que quiso pese a manifestar en 1975 que «the course of my scientific career has been almost entirely directed by external circumstances». Y de que se haya dicho de él —mente siempre alerta— que su «oportunismo» (muy biológico) le llevase a investigar sobre cualquier problema que se le cruzase, al margen de su

origen. Ciertamente se embarcó en problemas meteorológicos porque ganó una *readership* (de tres años de duración)¹², ofrecida obligadamente para meteorología por un mecenas, A. Schuster. Decidió —el agraciado era libre de escoger universidad— quedarse en Cambridge. Pero era navegante avezado, aventurero y apasionado, por lo que la meteorología dinámica fue un área donde la ávida curiosidad y la imaginación de G. I. encontraron territorio a explorar a lo largo de su vida.

G. I. tuvo siete veleros, con los que disfrutó, como marinero y como científico, estudiando desde los movimientos del barco, las olas, el empuje de las velas, hasta la «música» del ondear de la bandera. De sus extraordinarias inventiva y creatividad salió la más ligera y eficaz ancla, hoy usada en el mundo entero, para asegurar yatecitos e hidroaviones en fondos arenosos o fangosos (CQR: de la que fue inventor, usuario y fabricante; «a triumph of geometrical and mechanical imagination», dice Batchelor). Su segundo barco, el yate *Elaine* de cinco toneladas, ya para navegar en mar abierto lo compró por cincuenta y cinco libras, juntando el dinero de su primer premio (1910) con sus ahorros. El primer barco —para recorrer el río Támesis— de casi cinco metros de largo por dos metros de ancho lo hizo él mismo en su dormitorio, ubicado en un tercer piso, de 4×3 metros cuadrados con un ventanuco de doce centímetros ¡increíble! Como él recordaría años más tarde: «people were always telling me of Robinson Crusoe's famous unmovable boat».

Por necesidades del servicio en la Primera Guerra Mundial, y trabajando Taylor en la Real fábrica de aviones (en Farnborough), contribuyó a diversos aspectos de aeronáutica, mecánica (rediseño de embragues) y balística, introduciendo como metodología el uso de leyes de semejanza y análisis dimensional, y así experimentando con apropiados prototipos de tamaño reducido. Se hizo piloto y paracaidista («I am glad to have lived at a time when they —aeroplanes— were simple enough for a reasonably intelligent amateur to appreciate them as mechanisms»). Lo primero, para poder actuar como meteorólogo y científico de la aeronáutica naciente, y lo segundo, por diversión; sus sugerencias sirvieron para la mejora del diseño aerodinámico y de los materiales usados para los paracaídas. Sir Melvill Jones, primer ca-

tadrático de ingeniería aeronáutica de Cambridge, al verle saltar en paracaídas no pudo reprimir su enfado y tras decirle a un común amigo que Taylor era un «silly young fool, he'll break his neck one day» arrancó tan bruscamente su automóvil, que reaccionando, como era de esperar, le hizo romperse una muñeca (su apodo era «Bones»). Deliciosa es la transcripción de una conferencia («Aeronautics before 1919») que Taylor dio en 1971, primero en MIT (EE.UU.) y luego en su Trinity College.

Cambridge

Batchelor nos relata en el capítulo 7 de su libro ¹, usando el testimonio del propio Taylor, su vuelta como *lecturer* a Cambridge tras la guerra; su relación reverente con el eminente Rutherford, algo de su comfortable vida en el Trinity College (aunque, habiendo sólo hombres se lamentó por no relacionarse con féminas) luego algo de sus escauceos amorosos y, finalmente, su matrimonio en agosto de 1925, por tanto algo mayor ya, con Stéphanie Ravenhill, profesora de lenguas. También habla de sus trabajos de investigación sobre los que comento a continuación.

Cuando el viento es horizontal y la densidad del aire disminuye con la altura, porque, por ejemplo, la temperatura aumenta al subir, el proceso de mezclado turbulento hace que, erráticamente, aire que al elevarse resulta más pesado se coloque por encima de más ligero y viceversa. Así, parte de la energía del viento, de la que surge el propio movimiento turbulento, se gasta en ir contra la gravedad, contra la flotabilidad (principio de Arquímedes), por lo que el movimiento turbulento irá reduciéndose hasta incluso desaparecer. Tal disminución de la turbulencia del viento se observa en la baja atmósfera debido al enfriamiento nocturno de la Tierra. Ocurre lo contrario, aumento de la turbulencia, al calentarse el suelo terrestre, pues se invierte la estratificación, que se hace inestable, como Rayleigh había demostrado en 1916 ¹³. Análogamente, una corriente curvada ve reducido o aumentado su carácter turbulento por las fuerzas centrífugas de modo que la velocidad aumenta o disminuye, respectivamente, del centro de curvatura hacia

afuera. Este problema atrajo el interés de Taylor desde dos puntos de vista que finalmente convergieron en un solo fin: turbulencia como problema de inestabilidad. Por un lado la cuestión de la estabilidad atmosférica en sí y por otro la estabilidad de una corriente entre dos cilindros contrarrotando o rotando diferencialmente, o sea, uno con mayor velocidad que el otro. Del primero, ya desde 1914 había obtenido algunas predicciones teóricas cuya redacción le valió un premio en 1915, pero no hizo publicación en una revista científica por ocupaciones de la guerra y otras razones que le habían impedido verificar experimentalmente sus resultados. Hacia 1930 otro científico S. Goldstein, desconocedor del trabajo de Taylor, le habló de ese problema y de sus resultados sobre el mismo. Al conocer lo que ya G. I. había hecho, le propuso que lo publicase, aunque sólo fuese un ejercicio teórico, de modo que, en un rasgo de honestidad profesional y calidad humana, ambos publicaron sus respectivos trabajos, uno tras otro, en el mismo número de la revista y de ahí el apelativo de Taylor-Goldstein. La predicción teórica de ambos es que en una atmósfera estratificada establemente con viento, la estabilidad se mantiene si la razón entre la estabilizadora fuerza de la estratificación sobre la desestabilizadora del viento (número de Richardson ¹⁴) sobrepasa un cierto valor crítico. Los resultados concretos obtenidos por Taylor y Goldstein no se generalizaron hasta treinta años después.

Taylor se dio pronto cuenta que para saber si un sistema, y en su caso una corriente fluida estacionaria, permanente, es inestable basta —condición suficiente— con demostrar que lo es para pequeñas (infinitesimales) perturbaciones. Desde el punto de vista teórico, hay que estudiar las soluciones de la aproximación linealizada a las originales ecuaciones no lineales del problema (de Navier-Stokes). Pero a su vez notó que la condición suficiente no es necesaria ya que un sistema puede muy bien ser estable ante tales perturbaciones, y en cambio hacerse inestable si las perturbaciones son grandes, es decir, de amplitud finita. A esa idea llegó al darse cuenta de que en el caso más sencillo de corriente permanente, el movimiento fluido entre dos placas de las cuales, digamos, se mueve la de arriba con velocidad constante, denominada corriente de Couette, es

estable de acuerdo con la aproximación lineal de su dinámica y sin embargo lo conocido experimentalmente es que se hace turbulenta si la velocidad aumenta por encima de un cierto valor finito. Ello orientó su programa.

En efecto, cuando por su viscosidad un líquido es arrastrado por una pared como es el caso mencionado de Couette o el de la corriente curva de un líquido contenido entre dos cilindros verticales concéntricos contrarrotando o corrotando diferencialmente, uno más deprisa que el otro o uno de ellos parado [problema también estudiado por M. Couette en 1890 y luego por A. Mallock (1896) e incluso por Rayleigh (1916)], la corriente toma valores que disminuyen al alejarse de la pared motriz hasta cero, si la otra pared está quieta. Couette observó como se desestabilizaba haciéndose turbulenta cuando el cilindro interior estaba fijo y giraba el exterior. Mallock repitió el experimento y además estudió el caso opuesto, en que parado el cilindro exterior giraba el interior, y observó corrientes que ni eran la de Couette ni eran turbulentas. Rayleigh subrayó algo que ya habían imaginado los dos anteriores, a saber que la magnitud crucial para la descripción del problema es el momento angular del fluido —supuesto no viscoso— entre los cilindros en rotación. Pero, pese a lo indagado por los anteriores investigadores, fue Taylor quien atacó el problema sistemáticamente, tanto analítica como experimentalmente. G. I. demostró cuándo y cómo, para valores crecientes de la diferencia de velocidad de rotación entre ambos cilindros, llega un momento en que el fluido espontáneamente decide no seguir ese perfil sino que se reorganiza en rosquillas, como neumáticos, que se apilan unas sobre las otras a lo largo de la vertical, coincidente con el eje común a los cilindros, de modo que cada dos rosquillas definen la periodicidad de la estructura convectiva. En cada rosquilla el movimiento del líquido es toroidal, según la sección pequeña, y contrario al de las dos rosquillas adyacentes. Tanto valores superiores de la rotación como cambio en el estado, fijo o rotante, de los cilindros llevaban a la turbulencia, de acuerdo con lo observado por Couette y Mallock. Era la primera vez que se demostraba teóricamente, y se verificaba experimentalmente, que una corriente se hacía inestable bajo precisas condiciones al variar un parámetro de

control. Ese descubrimiento —teórico y experimental— de Taylor, hoy denominado inestabilidad de Taylor-Couette, junto con otros dos algo anteriores, pero próximos, [uno experimental de Henri Bénard (1900), relativo a la formación de paneles celulares convectivos hexagonales en capas fluidas calentadas por la base, y otro teórico también ya mencionado de Lord Rayleigh (1916)], son el punto de partida de nuestras ideas actuales y la correspondiente metodología en el estudio de la estabilidad de corrientes fluidas, tanto en el laboratorio como en la naturaleza, en la atmósfera y en el océano. Aun cuando a menudo es posible encontrar la solución de un problema de fluidos, o sea conocer cual sea la corriente, es asunto a veces arduo, si no imposible averiguar si tal corriente es estable o no y bajo qué condiciones. De ahí que el trabajo de los tres citados pioneros sea hito histórico.

Lord Rayleigh, pretendiendo explicar lo descubierto por Bénard, produjo una teoría que, en particular, permite dar cuenta de la formación de las calles de nubes en la atmósfera. Las nubes —producidas por la condensación del vapor de agua al enfriarse el aire, por disminuir su presión al elevarse sin intercambio de calor (adiabáticamente)— son la prueba de la existencia de células convectivas en forma de tubos, alineados unos junto a otros (particularmente, cuando hay viento). Así, resulta que la teoría de Rayleigh es también la de la inestabilidad de Taylor-Couette. En efecto, cuando, por ejemplo, sólo el cilindro interior gira, la aceleración centrípeta juega en el problema de Taylor-Couette lo que la gravedad en el caso de la atmósfera calentada por abajo. De ahí surge la flotabilidad de Arquímedes, que en ambos casos da lugar a la convección (natural) celular, cuando siendo suficientemente grande la velocidad de rotación, en un caso, y el calentamiento, en el otro, se sobrepasa el efecto de frenado de la viscosidad. Del descubrimiento de Bénard se sabe, hoy, que el mecanismo de formación de los paneles celulares es la tracción superficial, provocada por la variación de la tensión interfacial líquido-aire, al variar la temperatura, a lo largo de su superficie¹⁵⁻¹⁷.

Otro trabajo se refiere a un estudio teórico-experimental más sencillo. Cuando en el seno de un fluido en rotación, un cuerpo como una esfera se mueve lentamente, entonces

ésta arrastra al fluido que hay en un tubo cilíndrico o columna sobre ella, paralelo al eje de rotación, de modo que el movimiento es tal que la velocidad del fluido (sus tres componentes cartesianas) en cualquier punto de ese tubo cilíndrico (columna de Taylor) no depende del valor de la coordenada a lo largo de dicho eje de rotación (teorema de Proudman-Taylor para corrientes estacionarias en las que domina la aceleración de Coriolis). Así, si ocurre que en un punto la componente de la velocidad paralela al eje es nula, entonces el movimiento es estrictamente bidimensional, en planos perpendiculares al eje de giro. El experimento es realizable con una gran olla llena de agua girando en la que sobre el fondo arrastremos una patata. En la Tierra, siendo el fluido la atmósfera o el océano, vemos que los ciclones se desplazan como tubos prácticamente verticales (giran en sentido antihorario en el hemisferio norte y horario en el sur, de tal modo que el aire no va de puntos de mayor a menor presión sino que se arremolina). La gran mancha roja de Júpiter parece ser también una columna de Taylor.

El primer período dorado y de mayor fertilidad en la labor investigadora de Taylor es el intervalo entre las dos guerras mundiales, objeto del capítulo 9 del libro de Batchelor¹. En 1923, a los 37 años, fue nombrado Catedrático de la *Royal Society*, cátedra —para investigación— creada gracias a los fondos proveídos por otro mecenas Sir Alfred Yarrow, por lo que pudo desde ese momento dedicarse a la investigación libre de clases y ajeno a tareas administrativas¹⁸. Además nunca perdió el tiempo redactando memorias o proyectos de investigación pues tuvo asegurado siempre el sustento personal y de infraestructura investigadora. Esa cátedra era a título personal y pudiendo escoger universidad donde ejercerla, decidió quedarse en Cambridge y así continuó su trabajo en el Laboratorio Cavendish, Departamento de Física, donde había empezado su investigación, gracias a la acogida que le hicieron, uno tras otro, Rutherford (Premio Nobel de Física), Lawrence Bragg (Premio Nobel de Física) y Nevill Mott (Premio Nobel de Física 1977, recientemente fallecido), que fueron los Directores del Laboratorio que tuvo Taylor (¡vaya ojo y qué nivel!). De Rutherford dijo G. I.: «He seemed glad to have someone

working in the Cavendish on mechanics and hydrodynamics», y alguien con quien jugar al golf.

Taylor se ocupó a lo largo de su vida de la dinámica y evolución de gotas y burbujas en presencia de campos eléctricos u otras ligaduras, dejando cuarenta años de intervalo entre la primera y segunda ocasiones. Empezó en 1925 con el problema, de interés meteorológico, de la evolución de una gota, cargada o no, en presencia de un campo eléctrico. Abordó inicialmente el problema, aparentemente más sencillo, de una burbuja de jabón, en la que observó su deformación, elongación y transformación en una punta cónica con final ruptura y efluvio de la carga, por la acción del campo eléctrico. Este mismo fenómeno ha dado lugar al final de los recientes años ochenta a una metodología —«electrospray»— para la producción de iones múltiplemente cargados como agregados moleculares que confiamos dé el *Premio Nobel* en Química (lejos de la inicial Meteorología) a su inventor, un sabio y finísimo experimentador, John B. Fenn ¹⁹.

En los primeros años veinte, ya puso Taylor de manifiesto, tanto teórica como experimentalmente, el papel crucial jugado por los torbellinos (remolinos, vorticidad) en los movimientos de fluidos con rotación, aun despreciando su fricción viscosa junto a paredes. Después, argumentó cómo el transporte de la vorticidad y no del ímpetu es lo relevante siendo la turbulencia esencialmente dispersiva. Fue el primero en usar correlaciones de fluctuaciones de la velocidad tomada en puntos distintos. Formulándolas en forma lagrangiana las usó para describir la dispersión turbulenta en la atmósfera. Luego se dio cuenta de que en forma euleriana las correlaciones podían ser usadas para describir las propiedades estadísticas de la turbulencia y, en particular, podrían conectarse con el ritmo de decaimiento energético de la misma ¹¹. El movimiento lagrangiano es el de las partículas mismas como, por ejemplo, contaminantes, humo, etc., mientras que la descripción de Euler consiste en olvidarse de las partículas reales y fijarse en los puntos del espacio, por los que una y otra partícula reales pasan en instantes diferentes. Lagrangianamente seguimos al fluido; eulerianamente —aún desde dentro— nosotros quietos lo vemos pasar. Grandes son ¡voto a bríos!

sus trabajos publicados en 1935 como resultado, no de inspiración repentina, sino de una profunda comprensión de la fenomenología que él mismo había ido acumulando. Pese a todo, en algo tan de la vida corriente como es la turbulencia, y aún hoy tan lejos de haber sido explicado satisfactoriamente, su entendimiento no fue tan profundo como los del noruego L. Onsager, de los alemanes W. Heisenberg y C. F. von Weizsäcker²⁰, y, sobre todos, de A. N. Kolmogoroff en la (antigua) Unión Soviética (inventor de la cascada de degradación de la energía por la que —a altos números de Reynolds¹⁴— los torbellinos grandes ceden la dinámica a otros cada vez más pequeños hasta hacerse tan minúsculos que la viscosidad los liquida²¹).

En el verano de 1914, además de lo ya mencionado, Taylor se interesó por los problemas que los aviones tenían tanto de estabilidad aerodinámica como mecánicos, tales como rotura de largueros (alas) y árboles de transmisión (motores). Tras burlar la burocracia, por eso se hizo piloto²², consiguió medir personalmente la distribución de presiones en el ala de un avión, en lo que fue pionero. También estudió, teórica y experimentalmente, la resistencia de sólidos al arqueado y torsión. Partiendo de su visión del sólido como un medio continuo, la analogía con una película de jabón le llevó a explicar —también pioneramente— el comportamiento fluido-plástico y no elástico de los sólidos.

Cuando un cuerpo se somete a tracción (compresión) o cizalla, hay varias respuestas posibles: la deformación elástica (que deja de existir al desaparecer las fuerzas que la producen), la deformación plástica (que no desaparece completamente al quitar las fuerzas que la produjeron) y la fractura. En un sólido cristalino ideal, perfecto, la tenacidad o resistencia y la deformación elástica predichas por la teoría superan en varios órdenes de magnitud los valores medidos experimentalmente. Introduciendo la imperfección o defecto, fallo en la estructura cristalina regular de un sólido, por ejemplo, metiendo o quitando como una cuña un semiplano reticular (dislocación en arista), Taylor supuso que la dislocación conlleva un deslizamiento reticular, de planos sobre planos, por ejemplo. Pero las distorsiones atómicas de la red cristalina que ocurren con el movimiento de una dislocación, son menores que las presentes en el caso de un

crystal perfecto, en el que si los planos atómicos reticulares se deslizaran unos respecto de los otros, todos los átomos del plano habrían de hacerlo sincrónicamente. Por su movilidad y por sus propiedades energéticas, las dislocaciones afectan drásticamente el comportamiento de los sólidos cristalinos, siendo responsables de su plasticidad. Un material puede hacerse más resistente reduciendo la densidad de sus dislocaciones o inhibiendo su movimiento, lo que cabe conseguir anclando las dislocaciones en sitios ocupados por impurezas, o creando tantas que se bloqueen unas a otras. El proceso en virtud del cual las dislocaciones favorecen el crecimiento cristalino, particularmente a partir de disoluciones diluidas y vapores, fue demostrado por W. K. Burton, N. Cabrera y F. C. Frank en un artículo, publicado en 1951, hito en la historia de la física²³. Con el trabajo seminal de Taylor (sin olvidar los de C. V. Burton, V. Volterra, A. E. H. Love, M. Polanyi, E. Orowan, el ya mencionado Burgers, y su hermano W. G. Burgers) se sentaron las bases de la metalurgia científica^{24,25}.

La movilidad de las dislocaciones puede apreciarse mediante el microscopio electrónico, instrumento cuyo fundamento nos retrotrae al primer trabajo científico, el cuántico, de Taylor. Además la instalación de este microscopio en el Cavendish se hizo en el espacio anteriormente ocupado por Taylor. Dos razones de peso para que un día G. I. fuese invitado a observar eso que también había sido objeto de su pionera investigación (tercera razón). Invitación que aceptó. Dicen que tras observar la correspondiente línea móvil en la pantalla, habiendo sonreído nuestro sabio fuese sin decir ni pío.

Sobre el espíritu aventurero de G. I., vuelve a insistir Batchelor en el capítulo décimo de su libro¹, y así con texto de Stéphanie al apoyo, relata su visita en julio de 1929, de Borneo y varias otras islas de su vecindad. Con su esposa recorrió centenares de kilómetros por lugares donde entonces no había hoteles, ni carreteras, ni tren, ni comunicaciones telegráficas o telefónicas, como parte del viaje, tras tres semanas de barco desde Inglaterra, para participar en un congreso científico en Java. G. I. «knew how to work hard at his research, and his play was just as enterprising and intensive. Work and play were equally

attractive to him, and this was no doubt the key to his full life».

Es interesante lo que cuenta Batchelor¹ sobre la labor y relación entre cuatro forjadores de la ciencia de los fluidos y parte de los sólidos, que fijaron pautas y dejaron su impronta para el resto del siglo XX. Cuatro colegas que si no fueron realmente amigos, sí puede decirse que se apreciaban profundamente (la amistad fue perturbada por la llegada del nazismo y la consiguiente guerra mundial). Me refiero al alemán Ludwig Prandtl (1875-1953)²⁶ de la Göttingen de los años veinte y treinta (antaño impresionante ciudad universitaria con Felix Klein, Hilbert y Courant, entre otras lumbreras²⁷), al húngaro (de origen), también göttinguiano, Theodore (von) Kármán (1881-1963)²⁸ y al ya mencionado holandés (de origen) J. M. Burgers (1895-1981)²⁹. Ninguno de ellos obtuvo el *Premio Nobel*, pese a que Prandtl fue propuesto por Taylor y otros³⁰. Pocos conceptos científicos han sido más fértiles, en ciencia e ingeniería, que el de *capa límite*; a saber, cómo se comporta un fluido cerca de una pared y se pega a ella. Esta idea fue introducida por Prandtl en una comunicación oral de diez minutos, y apenas ocho correspondientes páginas escritas, en el tercer Congreso internacional de Matemáticos, celebrado en Heidelberg en 1904, pasando inadvertido durante cuatro años. A Prandtl se deben numerosas otras contribuciones seminales de la ciencia de los fluidos y de la aeronáutica. Hasta el presente no ha habido Premio Nobel atribuido a investigación relativa a los fluidos³¹. Felizmente³², desde 1980 la misma Academia de los Nobel concede el *Premio Crafoord* en las disciplinas Matemáticas y Astronomía, Geociencias, Biociencias y Ecología; el 28 de septiembre de 1983 fue entregado a dos geofísicos, E. N. Lorenz (meteorólogo) y H. M. Stommel (oceanógrafo).

Taylor (Batchelor lo define como «the universal defence consultant») contribuyó, tanto en el Reino Unido, como en los EE.UU. (tres visitas de varias semanas al Laboratorio de Los Alamos en el proyecto de la bomba atómica) a los esfuerzos en la guerra contra los nazis y los imperialistas japoneses. Salvo la bomba atómica, al final de la guerra, el resto de la Segunda Mundial fue, técnicamente hablando, un conjunto de «ejercicios» de física clásica aplicada. Tal fue

el amplio dominio de conocimiento y experiencia de Taylor: fluidos, sólidos, aeronáutica, meteorología, corrientes marinas, etc., con imaginación e inventiva siempre prestas al uso.

Ilustrativo de lo fácil que, a veces, puede ser dar a luz un resultado clasificado como secreto es lo siguiente. Hacia 1941, a petición del gobierno británico (luego relacionado con la preparación de la bomba atómica en EE.UU.), Taylor estudió tres problemas: (i) la corriente fuera de una esfera que se expande con velocidad radial constante en un medio homogéneo (aparentemente de poco interés físico, salvo en situación hipersónica-velocidad muy superior a la del sonido-número de Mach infinito¹⁴); (ii) una detonación esférica; y (iii) los efectos mecánicos de una explosión puntual, repentina, liberadora de una enorme, pero finita, cantidad de energía, con la propagación supersónica en el aire. Estimó que una intensa explosión produce un choque esférico, cuyo radio, R , crece como la potencia $2/5$ del tiempo y de ello obtuvo el orden de magnitud de la energía liberada. Su método comportó dos líneas de ataque. Por un lado idealizar o modelar el problema despreciando aquellos procesos o factores que no fuesen esenciales al fenómeno y luego, identificadas las variables relevantes del problema, apreciar sus órdenes de magnitud en el mismo. Taylor supuso que en el punto de la explosión la cantidad de energía instantáneamente emitida era finita. Desde ese centro la onda expansiva supersónica se propagaba de modo que la presión detrás del choque era enorme frente a la inicial. La del aire fuera de esa esfera era despreciable frente a la del gas en el interior. El choque se movía tan deprisa que no había intercambio de calor con el exterior; un proceso adiabático. Luego argumentó que la energía liberada no aparecía sola, sino combinada con la densidad del aire atmosférico. Así, estimando órdenes de magnitud y usando análisis dimensional, predijo el valor de la energía liberada en el instante inicial³³. El gobierno de EE.UU., en 1947, divulgó una película (filmada por J. E. Mack) del célebre hongo producido por la primera explosión atómica de prueba (Trinity, 1945)³⁴, pero Taylor no la vio hasta 1949. Entonces solicitó permiso para publicar sus resultados teóricos (de 1941), lo que hizo (en 1950). Haciendo uso de los datos públicos, no secretos, estimó la energía liberada ajustando su predicción teórica, $R/t^{2/5} = \text{constante}$,

a la secuencia publicada (en la que estaban indicados la escala horizontal y el intervalo de tiempo transcurrido desde la explosión). Así, al trabajo teórico siguió una nota subtitulada «La explosión atómica de 1945», parte «experimental» del anterior, como siempre solía hacer con su investigación. Su estimación de unos 17 kilotones se aproximó a los 20, luego hechos públicos por el Presidente Truman como resultado, también no secreto, extraído de las medidas tomadas cerca del lugar de la explosión, que éstas, sí seguían estando clasificadas como secretas. Le llamaron al orden («The military authorities protested —not very strongly— that I should not have published this deduction from their published photographs»). Quedó, sin embargo, clara la estulticia de algunas «autoridades» ya que otros pudieron haber obtenido el mismo resultado, lo que, efectivamente, había ocurrido tanto en los EE.UU. (J. von Neumann) como en la (antigua) Unión Soviética (L. I. Sedov).

Tras la segunda guerra mundial, Taylor trabajó aún sobre problemas a los que había prestado atención durante el conflicto. Así, siguió ocupándose de explosivos y su acción cuando penetran en materiales sólidos, elásticos o plásticos, problemas cuyo tratamiento exige conocimiento de dinámica tanto de fluidos, como de sólidos. Se ocupó también, tanto teórica como experimentalmente, de la dinámica, evolución, deformación y ascensión de grandes burbujas en líquidos como consecuencia de explosiones submarinas; o sea de la inestabilidad de una superficie de separación entre dos medios fluidos cuando la entrefaz se mueve aceleradamente hacia el medio más denso (hoy denominada inestabilidad de Rayleigh-Taylor, pues el problema ya había sido estudiado por Lord Rayleigh con anterioridad, aunque parece ser Taylor lo ignoraba).

El segundo período dorado de Taylor es de 1951 a 1972, durante el que G. I., se ocupó de una vasta variedad de problemas. De esta época (como maestro más que profesor) es una maravillosa, pedagógica y magistral película sobre corrientes fluidas a bajo número de Reynolds³⁴ (a objeto/dimensión y líquido dados, baja velocidad; a velocidad y líquido dados, objeto pequeño, y a objeto/dimensión y velocidad dados, líquido muy viscoso: la «vida» es cinemática, aunque no termodinámicamente, reversible)³⁵.

Fluidos en España

A diferencia de lo que ocurrió en el Reino Unido, en España no se estudió la Biblia de los fluidos, compuesta por el libro de H. Lamb, *Hydrodynamics*, cuya primera edición de 1879 llevaba el más detallado título de *A Treatise on the Mathematical Theory of the Motion of Fluids*³⁶ al que cabe añadir el «Antiguo Testamento» (en dos volúmenes) de Lord Rayleigh *The Theory of Sound*³⁷. Como la «Sagrada Escritura», ambos son libros de difícil lectura (ya Rayleigh se quejó del de Lamb) con capítulos y párrafos encadenados casi sin solución de continuidad, que demandan lectura de corrido, o conocerlos casi de memoria. No son como los libros actuales donde hay índices y separación de párrafos y capítulos con fácil y directo acceso a lo concreto que nos interese³⁸. Sin embargo, los fluidos atrajeron a algunas de las mentes españolas más preclaras³⁹. Así, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos actual tiene su origen en la Escuela Superior Aerotécnica, cuyo primer Director fue Emilio Herrera. Éste y los profesores Esteban Terradas, Plans Freire, Rey Pastor, Navarro Borrás, Puig Adam, San Juan y Palacios, aportaron lo mejor que había para abordar los difíciles problemas de nuestra Ingeniería Aeronáutica y también el prestigio necesario para atraer a estudiantes brillantes. Más tarde, Felipe Lafita fue nombrado Director, a la vez que Profesor de Aerodinámica Aplicada cuando, después de nuestra guerra civil, se reanudaron las enseñanzas de la Ingeniería Aeronáutica en la Escuela Superior Aerotécnica, que luego se convertiría en la Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos. Como Director, mantuvo el carácter científico y el relativo nivel excepcional del profesorado del período de Emilio Herrera, incorporando a Francisco Morán, Sixto Ríos y Gregorio Millán.

Lafita («aquí yace quien no tuvo otro mérito que elegir entre sus colaboradores aquellos que creía tenían más talento que él», parangonando a otros, decía modestamente de sí) consiguió el apoyo del Ministro del Aire para crear el INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) y el nombramiento de Terradas como primer Presidente. El triunvirato formado por Terradas como Presidente del Pa-

tronato, Lafita como Director General y Antonio Pérez Marín como Secretario General y Técnico del Instituto actuó muy eficazmente para dotar al INTA de los programas de trabajo e instalaciones, que permitieran abordar adecuadamente los problemas planteados por una tecnología que, entonces se encontraba en un momento de rápida evolución, ayudando además a reducir nuestro aislamiento en aquellos años. Convirtieron el INTA en una Cátedra Internacional por donde desfilaron las figuras más prestigiosas de la Ciencia y la Tecnología Aeronáutica de Europa y América. Hubo numerosos cursos y conferencias, algunos publicados por el INTA tales como *Aerodinámica. Temas seleccionados a la luz de su desarrollo histórico*, por von Kármán, o la monografía de Rey Pastor: *Los problemas lineales de la Física*. La dotación de revistas científicas de la biblioteca del INTA, excepcional en su época, era buen exponente de las inquietudes del equipo que dirigía el Instituto. Otra de sus preocupaciones en aquella época, como antaño hiciera la sin par Junta de Ampliación de Estudios, fue enviar a jóvenes de distintas especialidades técnicas o universitarias a centros extranjeros, con objeto de ampliar estudios, amén de plantar casi un millón de árboles en sus terrenos.

En el INTA la parte fundamental de los fluidos fue la combustión gracias a la fructífera colaboración entre Millán y von Kármán, iniciada cuando éste vino al INTA en 1946, invitado por Terradas, a desarrollar un ciclo de conferencias sobre los problemas avanzados de la Aerodinámica. En aquella época von Kármán estaba preocupado por los problemas de combustión que se presentaban en el diseño de los motores cohete y de reacción hasta entonces abordados empíricamente. Comprendiendo el papel que jugaba la dinámica de fluidos en los procesos de combustión inició, con la colaboración de Millán y otros, un programa para crear la base teórica que, reuniendo leyes de la Termodinámica, Cinética Química y Mecánica de Fluidos, permitiese fundamentar la Teoría de la Combustión. El fruto de este programa fue expuesto en un Curso sobre Combustión desarrollado por von Kármán, con Millán como colaborador, en la Sorbona (París) en 1951, que sirvió de catalizador para la actividad posterior en combustión. La nueva disciplina fue bautizada con el nombre de Aero termoquímica por el papel que la

Dinámica de Gases jugaba en esta teoría. Por sugerencia de von Kármán, la Oficina de Investigación Científica de las Fuerzas Aéreas Americanas (AFOSR) creó una rama en Europa para apoyar estudios básicos llevados a cabo por investigadores europeos seleccionados. Ofrecieron a Millán el segundo de los contratos para completar y actualizar las conferencias de la Sorbona para lo que aglutinó un grupo de jóvenes (C. Sánchez Tarifa, I. da Riva, J. M. Sendagorta, J. L. Urrutia, A. Liñán, E. Fraga, S. Sanz, P. Pérez del Notario y F. García Moreno, entre otros) formando así el Grupo de Combustión del INTA, que hizo contribuciones mundialmente punteras durante las décadas de los cincuenta y sesenta, publicadas por el INTA y en revistas internacionales. Cuando en 1956 apareció, como Informe INTA-AFOSR, la *Aerothermochemistry*, de G. Millán, ésta fue la primera monografía en la que la Combustión aparecía enmarcada de un modo coherente en la Mecánica de Fluidos. Así empezó la presencia activa española en los foros internacionales de la Mecánica de Fluidos. Además el Primer Congreso Internacional de Ciencias Aeronáuticas, que presidió von Kármán, se celebró en Madrid, en 1958. A este congreso acudieron las personalidades más relevantes dedicadas a las Ciencias Aeronáuticas. Estas actividades se redujeron drásticamente por la falta de inteligencia de algunas autoridades administrativas de la época. Hubo, sin embargo, quienes mantuvieron la llama de los fluidos con contratos, por ejemplo, con la mencionada AFOSR y el Departamento de Bosques de EE.UU., en diversas Escuelas Técnicas Superiores, particularmente en la de Aeronáuticos donde I. da Riva y A. Liñán fueron nombrados catedráticos, al dejar Millán dicha Escuela.

No es pretencioso decir que en la década de los setenta se inició una segunda y, dada la calidad y el volumen actuales, definitiva etapa de los fluidos en España. Importante fue que con la creación del (gran) Departamento (mejor sería haber dicho Facultad) de Física de la Universidad Autónoma de Madrid, gracias a su director el preclaro ya citado Nicolás Cabrera, los fluidos fueron parte de la investigación y docencia. Una Escuela-Reunión hispano-francesa de Física de Fluidos, que en 1976 tuvo lugar en el Colegio Mayor «Santa María del Buen Aire» (Camas, Sevilla),

codirigida por P. G. de Gennes (Premio Nobel de Física en 1991) y el que este texto escribe, aunque reunió a sólo una treintena de participantes, puede servir de referencia histórica puntual. Al dividirse el citado Departamento produjo el primer Departamento de Física de Fluidos de todo el sistema universitario español no politécnico⁴⁰. Luego el director de ese Departamento se desplazó a la UNED donde creó el Departamento de Física, en el que los fluidos fueron y siguen siendo la componente investigadora principal. Finalmente, en la actualidad, en la Universidad Complutense, en su recientemente creado Instituto Pluridisciplinar, prosigue una labor investigadora, colaboraciones internacionales y aunado esfuerzo con los colegas de la ETS de Ingenieros Aeronáuticos y de otros centros, ejerciendo fructífera labor postgraduada en España y más allá (escuelas de verano, congresos internacionales, seminarios de visitantes extranjeros y españoles de por doquier)⁴¹.

Hoy, además de que la ciencia de los fluidos se cultiva en numerosos centros universitarios de España (lumbreras son A. Barrero y A. Castellanos, en Sevilla, y C. Dopazo en Zaragoza, etc.), aunque no existe una comunidad coherente y cooperativa como cabría de desear, porque quizá aún no haya masa «crítica» para ello, hay ya investigadores de los fluidos que ocupan lugares destacados en la disciplina a nivel internacional. Ello ocurre tanto en la vertiente científica (combustión, inestabilidades hidrodinámicas, turbulencia, fenómenos interfaciales, dinámica de gotas y puentes líquidos, ondas no lineales, ..., e investigación en microgravedad, con publicaciones y libros, premios y otros honores, dentro y allende nuestras fronteras, invitaciones a congresos internacionales y escuelas de verano) como en la planificación y toma de decisiones sobre la investigación (consejos editoriales de revistas científicas y comisiones científicas internacionales de la UE, Agencia Espacial Europea, OTAN, Sociedad Europea de Física, etc.).

De perfil: el sabio

Aun en un hombre tranquilo la realidad puede superar a la leyenda. Se pregunta Batchelor en el capítulo primero

de su libro (Introducción a G. I. Taylor)¹ si vale la pena publicar la biografía de un hombre (aparentemente) sencillo. Sigue adelante tras subrayar que en su sencillez de carácter y presencia está la raíz de su fortaleza científica, por lo que vale la pena indagar sobre cómo hizo para que tal sencillez fuese tan fructífera cualidad, dando lugar a que hoy hablemos de una mecánica de fluidos en el «espíritu de G. I. Taylor».

Quienes le trataron dicen que fue G. I. persona independiente hasta el límite, tanto en su vida privada como en la científica. Afable, modesto pero seguro de sí mismo, con una mente aguda, penetrante y profunda que usó para lo que era eficaz: pensar, crear e inventar científicamente. Un ser racional a propósito, pero sin proponérselo, el arquetipo, quizá, del hombre que buscaba Diógenes. Solitario, «as a confirmed individualist, G. I. found much more fun in the problems that others had not yet recognized as being significant»¹. Sabía lo que quería hacer y placenteramente lo hizo con suprema calidad. «No se lamenta uno de lo que ha hecho. Es no haber hecho aquello que uno pudo hacer cuando tuvo la oportunidad de hacerlo lo que provoca los peores remordimientos», dijo Taylor en 1952.

Autocalificado de «scientific amateur» como decía también de B. Franklin y Ramanujan («a person who takes up a subject and works on it without intensive training, using mainly instinctive reasoning»,... «a person who has not mastered the modern techniques for doing his work»... «a person who does something because he wants to, even if he has not been intensively taught how»), fue G. I., un científico para el que la investigación no era una profesión sino algo consuetudinario a su existencia como persona humana.

G. I., ecléctico, aparece entre los extremos clásico y romántico. Aquél examina cada detalle, y una y otra vez refina y pule su trabajo antes de enviarlo a publicar, mientras que el otro lanza sus descubrimientos cuanto antes, como estímulo para los demás, sin que hayan alcanzado completa madurez en su mente. No moviéndose por moda alguna otra que las necesidades de «servicio», y, por tanto, quizá sin buscarlo, creándola («I do not remember making any forecasts of broad areas of study which have proved

fruitful, but I have gone along paths which are attractive to me personally»), sus publicaciones abrieron, generalmente, nuevas avenidas para otros.

Subrayemos que, en varias ocasiones, Taylor abordó problemas que ya estaban resueltos, pero su ingenio dio nueva y mejor solución. Poca gente es capaz de innovar mejorando algo que ya es moneda corriente. Originalidad, independencia, perspicacia y la habilidad de saber qué es lo esencial son cualidades que suelen ir juntas y a veces inseparables. Taylor las tuvo todas superlativamente y las usó a fondo. Su intuición, más que el fruto de acumulación de experiencia (no siempre el demonio sabe más por viejo que por demonio), fue consecuencia de su profunda comprensión de las leyes de la física ¹.

Las publicaciones de G. I. muestran cómo siempre trató de apoyarse en casos concretos y buscó el lado práctico de cada problema que trató, dándole relativamente poco valor a la generalización de los resultados encontrados si no permitía su verificación experimental. «Lo que suelo hacer, digamos mi método, es imaginar experimentos relacionados lo más directa y sencillamente posible con el concepto que tengo en mente y entonces diseñar y hacer un experimento para ver si mi pre-juicio es correcto».

Aventurero y explorador, tanto en la ciencia como en otros aspectos de la vida, G. I. siguió investigando cuando se jubiló, pero además viajó incansablemente, participando en numerosas conferencias y reuniones científicas de muy diversa índole, porque siempre le atrajo viajar y parece que tanto más cuanto más recóndito el lugar de destino.

G. I. no fue un brillante conferenciante. Dijo W. R. Sears ⁴² que cuando el ilustre catedrático de Cambridge, Sir Geoffrey I. Taylor, aceptó visitar la universidad Cornell (Ithaca, NY) y dar una conferencia, sabía que otros colegas en el *campus* querrían verle y oírle por lo que la capacidad del aula de seminarios de ingeniería quedaría corta para tal ocasión. Le preguntó a otro colega, Lloyd Smith, si no sería lo sensato hacer seminario conjunto con el de los físicos. Lo que no imaginaban ninguno de los dos es que Taylor fuese un pésimo conferenciante: habló muy bajo, para adentro; sus diapositivas eran caseras, fotografiadas de originales hechos escribiendo con pluma sobre lo que parecían ser servilletas

de papel; y su notación errática cambiaba el significado de los símbolos de una diapositiva a otra. Pero, en cambio, fuera del aula discutiendo en torno a una mesa era maravilloso, de modo que su destreza como conferenciante parecía inversamente proporcional al tamaño de la audiencia. Cuando Taylor se marchó, Sears quiso excusarse con Lloyd Smith por tan desastrosa situación; a lo que éste le respondió diciendo «cuán formativo debería ser, para los estudiantes, darse cuenta de cómo tan importante personaje pudiera ser tan pésimo conferenciante».

Taylor no sólo apenas dio clases en su vida (salvo lo citado al intentar introducirse, en dos ocasiones, como investigador en un terreno que no le era familiar) sino que nunca buscó estudiantes de doctorado o colaboradores. Los que tuvo recuerdan cuán difícil era colaborar por la potencia, profundidad y rapidez intelectual de G. I. También recuerdan cómo aquellos que tenían iniciativa, y eran capaces de seguirle algo, se beneficiaban de sus siempre pertinentes y valiosos comentarios y sugerencias. Una excepción conviene señalar, la de un ayudante de laboratorio, Walter Thompson, quien permaneció con él durante cuarenta años; ajeno, quizá, a promociones que le hubiesen alejado del sabio ¡Vaya valor!

Sin embargo, y a pesar de que además G. I. gustaba de trabajar en su casa e iba poco por los edificios universitarios (amén de falta de apropiado despacho y adecuado espacio téngase en cuenta cuán pequeña era y es la ciudad de Cambridge, por lo que ir de su casa a la universidad suponía un paseo de apenas media hora) salvo para trabajar experimentalmente en el Cavendish o asistir a seminarios (en los que, parece ser, estaba de mero oyente) se habla de la ESCUELA DE TAYLOR, que «oficiosamente» se inicia cuando dos colaboradores de G. I., Alan Townsend y George Batchelor, ambos treinta años más jóvenes que el maestro, son contratados el primero por el Cavendish, Departamento de Física, y el segundo por la Facultad de Matemáticas de Cambridge. En 1948 iniciaron un seminario sobre Mecánica de Fluidos que pervive hasta el presente⁴³. Luego vino la creación del *Department of Applied Mathematics and Theoretical Mechanics* (DAMTP) ubicado en parte de un complejo de edificios de la Editorial universitaria (CUP) del que en una reciente memoria de actividad⁴⁴ se dice «all in all,

DAMTP is an exhilarating —and even hyperactive— place to work», en un lugar donde cuarenta miembros permanentes atraen a otros 250 colegas, entre doctorandos e investigadores visitantes, produciendo en media cinco artículos por año, en las mejores revistas, de algunas de las cuales son responsables como miembros del consejo editorial.

Ciencia y Sociedad

En cuestiones de ética y cuando —rara vez— lo hizo Taylor, supo, clara y firmemente, poner los puntos sobre las íes. «No veo a los científicos mejor capacitados que otros profesionales a la hora de prever en qué acabarán siendo usados sus descubrimientos», dijo. O «ahora está de moda culpar a los científicos de los problemas derivados del uso de lo que crean o de la tecnología. Soy de la vieja idea de que eso es asunto de políticos, de nuestros gobernantes y no de los científicos mismos».

En Cambridge, por dos veces Taylor fue profesor, y catedrático, gracias a fondos provistos por ciudadanos particulares. Por cierto que cuando, tras la Segunda guerra Mundial, propuso el gobierno hacer funcionarios a sus profesores, esta Universidad rechazó la oferta manteniendo así su carácter privado, libre y competitivo frente a cualquiera otra en el mundo ⁴⁵. Hoy existe en Cambridge una Cátedra *G. I. Taylor* gracias a que a su muerte, en 1975, quien fue el ama de llaves durante décadas con el matrimonio Taylor recibió en herencia su casa y, a su vez, al morir en 1985 la legó a la Universidad. Ésta utilizó la donación para, con ayuda del Trinity College, crear esa cátedra. El primero en ocuparla fue un eminente, culto y universalista sabio venido del frío (antigua URSS) G. I. Barenblatt (a quien le divierte ser llamado *g. i.*) y tras su jubilación, en la actualidad, por el también eminente, T. J. Pedley (ambos, «fellows» no de Trinity, sino de Gonville y Caius) ⁴⁶.

Uno de los apéndices del libro de Batchelor ¹ es «An applied mathematician's apology» de G. I., escrita en 1956 recordando el lúcido, cáustico y pertinente opúsculo, de 1940, del matemático puro G. Harold Hardy («hay el jugador de ajedrez que resuelve complicados ejercicios usando intrin-

cadass combinaciones de unas cuantas reglas sencillas conocidas, y el matemático propiamente dicho que aborda problemas e indaga sobre los fundamentos de su disciplina, buscando además belleza») ⁴⁷. Taylor confiesa, que al tratar de justificar su vida como matemático aplicado, seguiría a Hardy, diciendo que la satisfacción que tuvo en su trabajo fue básicamente estética: «es el placer que llega cuando uno se da cuenta de cómo diferentes fenómenos observables forman parte de un todo», añadiendo algo tan delicioso como «the principle of Archimedes as conceived by him in his bath it has exactly the quality which simple-minded folk like me find so satisfying».

G. I. fue Dr. *Honoris Causa* por 15 universidades y miembro de prestigiosas academias; recibió una treintena de premios y medallas. Sus 270 publicaciones, de variada índole y longitud, durante 65 años de profesión (de las que 193 han sido reimpresos en vida en cuatro volúmenes; tres sobre fluidos y uno sobre sólidos), desde 1909 hasta 1973 —con dos guerras en medio— da un ritmo de cuatro a cinco por año. G. I. nunca se planteó un problema meramente académico, de ciencia-ficción, y cuando ingenieriles necesidades le motivaron, siempre buscó una solución racional identificando su base científica. Tampoco hizo edificio científico alguno, pues ni su mentalidad ni el territorio escogido para moverse, los fluidos, parece permitirlo (salvo el asunto de la turbulencia) después de Euler, Bernoulli y Stokes.

La muerte de G. I., Sir Geoffrey Ingram TAYLOR (O. M.: Orden del Mérito; F. R. S.: Fellow of the Royal Society), el 29 de junio de 1975, marcó el final de una era dorada en la ciencia de los fluidos. Dando prueba de cómo la sociedad británica, y sus medios de comunicación, valoran adecuadamente a sus científicos (aunque ciertamente menos que a sus políticos y deportistas) el diario *Times* publicó su *necrología* al día siguiente. Como casi todas las que he leído, fue anónima (identificado el autor, la elección fue perfecta), precisa (dentro de una razonable «barra» de error), completísima, perspicaz y hasta deliciosa: «Profoundly original scientific thought came easily to him, and his character was entirely free from strain, artificiality or vanity»... «Taylor seemed sometimes to be equally interested in the trivial

and the profound; but anything he touched turned to gold and no longer looked trivial»⁴⁸.

Como Faraday, Lord Rayleigh⁴⁹ y otros preclaros científicos, G. I. Taylor dedicó su longeva vida (1886-1975) a hacer lo que le gustaba, haciéndolo magistralmente bien. «I am a bad chess player and I am always the last to fill up a cross-word puzzle», decía ya mayor. *La pasión tranquila, la ambición mesurada y la libertad conseguida*, en una de las mejores, si no la mejor universidad del mundo, y en una ciudad encantadora.

Inestabilidad de Taylor-Couette, teorema de Taylor-Proudman, columna de Taylor, dislocación de Taylor, cono de Taylor, teoría de Taylor de la transferencia de la vorticidad, problema de Taylor-Green, microescala de Taylor, ecuación de Taylor-Goldstein, dispersión de Taylor, inestabilidad de Saffmann-Taylor, etc. Salvando distancias y reconociendo lo impreciso de la comparación, Taylor evoca a J. S. Bach, no tanto al hombre como al creador que, aparte pasiones y otras imponentes obras, escribió una *cantata* para cada domingo, algo aparentemente anodino, hecho por necesidades del servicio para intérpretes «caseros» de nivel desigual, y, sin embargo, cada una, casi siempre, sin más, una obra maestra. Y, sobre todo, a Franz-Joseph Haydn, al hombre y al autor de las sinfonías, los cuartetos y las sonatas de piano. No puedo acabar sin agradecer al eminente científico cantabricense (de origen australiano) que es George K. Batchelor, el placer que, tras leer su libro, he tenido al conocer más de cerca a G. I. ¡Qué envidia! ¡qué grande, inmensa envidia siento!

Agradecimientos

Por correspondencia o conversaciones, suministrándome información y comentarios críticos constructivos, deseo hacer constar mi agradecimiento especialmente al Prof. G. K. Batchelor, y además a los Proff. G. I. Barenblatt, M. Castañs, A. Castellanos, J. A. de Azcárraga, V. Fairén, J. A. Fernández de la Mora, P. Echenique, A. González Ureña, A. Howie, A. Liñán, M. Van Dyke y K. Walters. Mi agradecimiento también va al Bibliotecario Mayor David Webb, y colabo-

radores del diario *Times*, por suministrarme, graciosamente, fotocopia de la necrología de Sir Geoffrey Ingram TAYLOR. La Fundación BBV (Programa Cátedra) me permitió, gracias a la invitación del Prof. David G. Crighton, Director del DAMTP, estar como catedrático visitante el trimestre de primavera en la universidad de Cambridge. Gracias al Master Prof. Alec Broers, y a la asamblea de «fellows» del Churchill College, pude disfrutar como *by-fellow* de alojamiento, biblioteca, cultura y amistades en dicho Colegio. Sir Sam Edwards me hizo *fellow* transeúnte de la *Combination Room* de Gonville y Kees, por lo que también pude disfrutar de la amistad y sabiduría de colegas de dicho Colegio. Lady Christine Bondi tuvo la amabilidad de invitarme a la fiesta del 125º aniversario de Newnham College; así pude conocer tan espléndidos Colegio y obra femenina. El Prof. Peter Day, director de la *Royal Institution*, tuvo la gentileza de invitarnos, a mi esposa y a mí, a uno de los *Friday Discourses*, experiencia cuyo recuerdo guardaré, placenteramente, durante mucho tiempo.

Bibliografía y comentarios adicionales

¹ BATCHELOR, George K.: *The life and legacy of G.I. Taylor*; Cambridge University Press, Cambridge, 1996.

² Véase, e.g.: *Undergraduate Prospectus 1997-1998*, University of Cambridge.

³ Un título pertinente, LLAVERO, F.: *La repoblación cerebral en España* (Sociedad y universidad), Salamanca, 1963.

⁴ ¡Oh! variable juventud de Zaragoza, heroica defensora frente al (lejano, ya) invasor galo, antaño poseedora de la mejor universidad, o al menos de la mejor Química y quizá Física del país, hoy dueña del más espectacular auditorio de España, con más de trescientos mil habitantes pero sin orquesta sinfónica propia, dueña también del único, sin par estadio de la Unión Europea para las contorsiones de un renombrado, y hasta ya padre, virtual ¡vocalista! ...¡Oh! ínclitas «autoridades» universitario/políticas del hispano-oriental *campus* de la batalla, líderes, quizá, de la confusión claustral y ciudadana.

⁵ Cuando perdieron la ayuda de investigación que el gobierno les daba, Babbage y Ada Lovelace, inventores del computador programable, intentaron construir un programa «infalible» para ganar en las carreras de caballos, pero fracasaron y perdieron una fortuna (quizá no fue ambición «desmedida»).

⁶ ¡Viva el fútbol! (¡alerta L!, de Liga, llegaron a decir en una emisora de radio) y también el golf y el tenis, en los que España cosecha premios. Me permito sugerir a autoridades de política científica, potenciales mecenas y empresarios con ganas de invertir, que —para promover la investigación, como negocio— quizá sea útil aprender de los presidentes de clubes de fútbol, que están habituados a contratar entrenadores y jugadores. La lectura de BECKER, G. S.: *Human capital (A theoretical and empirical analysis, with special reference to education)*, Univ. Chicago Press, Chicago, 1975, es muy alentadora; por algo le dieron el Premio Nobel de Economía (1992) aunque por lo que se pudo leer en periódicos, aquí, en España, fue desconsiderado (el 9-10-96 en un diario se dice «controvertido economista de la Universidad de Chicago, que basa sus teorías en el capital humano, consecuencia de la inversión nacional en la educación y enseñanza y explica diferencias entre culturas y acciones». Uno de los programas de la UE se denominó «Capital Humano»).

⁷ THOMAS, J. M.: *Michael Faraday and the Royal Institution*, A. Hilger, Londres, 1991; VELARDE, M. G.: *La ciencia es parte de la cultura*, Saber/Leer, n.º 53, marzo 1992, p. 12. Sir John M. Thomas fue Director de la «Royal Institution» y ahora es «Master» del Peterhouse.

⁸ GOMBRICH, E.: *L'Ecologie des Images*, Flammarion, Paris, 1983.

⁹ Lectura recomendada: TRUESDELL, C.: *An idiot's fugitive essays on science (methods, criticism, training, circumstances)*, Springer-Verlag, NY, 1984. De esta colección de textos, prefacios, reseñas de libros, etc., de un personaje y científico («scholar») singular, están particularmente relacionados con nuestro artículo los capítulos 1. Experience, theory, and experiment, pp. 3-20; 10. The role of mathematics in science as exemplified by the work of the Bernoullis and Euler, pp. 97-132; y 40. The scholar: a species threatened by professions, pp. 583-593.

¹⁰ VELARDE, M. G.: *Solitary Waves, Solitons and related (nonlinear) waves in dissipative media*, Rev. Real Academia Ciencias (Madrid) 87, 405-423 (1993); CHRISTOV, C. I. y VELARDE, M. G.: *Dissipative solitons*, Physica D 86, 323-347 (1995).

¹¹ He aquí unos cuantos libros recomendables: BATCHELOR, G.: *An Introduction to Fluid Mechanics*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1967; BATCHELOR, G.: *The theory of Homogeneous Turbulence*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1967. En un nivel más «elemental», pedagógico y moderno: ACHESON, D. J.: *Elementary Fluid Dynamics*, Clarendon Press, Oxford, 1990.

¹² Escalafón: *Lecturer, Reader, Professor*. Un ejemplo de lo que los colegios ofertan, en 1996, antes del escalafón, para candidatos con menos de cinco años de experiencia: Beca (en el rango de doscientas a trescientas mil pesetas mensuales; por un período de hasta cinco años, no renovable), alojamiento (pisito/habitaciones), algo de presupuesto para la labor a desarrollar que es la investigación y docencia (ésta, de 150 horas como máximo). En apoyo de cada candidatura se piden tres cartas de «recomendación».

¹³ A veces el estrato estable se encuentra a algunos centenares de metros sobre el suelo, como puede observarse en aquéllos antaño agradables y hoy sucios e irrespirables días de anticiclón en Madrid.

¹⁴ VELARDE, M. G.: *Por los fluidos y sus corrientes, número a número*, Rev. Española Física, 9, 12-20 (1995).

¹⁵ NORMAND, C.; POMEAU, Y. y VELARDE, M. G.: *Convective Instability: A physicist's approach*, Revs. Mod. Phys., 49, 581-601 (1977).

¹⁶ VELARDE, M. G. y NORMAND, C.: *Convection*, Scientific Amer., 243, 92-106 (1980) (traducción castellana, más bien mala ¡mea culpa!: Investigación y Ciencia, octubre 1980).

¹⁷ KOSCHMIEDER, E. L.: *Bénard Cells and Taylor Vortices*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1993.

¹⁸ Cuenta la leyenda, y Batchelor ¹ lo recoge como vero, que cuando llegó la notificación de su nombramiento como tal catedrático, alguien fue a comunicarle la «buena» nueva al aula donde estaba dando clase, y tras oírla «he put down the chalk there and then».

¹⁹ Varios científicos españoles han hecho progresar la idea y la técnica, entre los cuales J. A. Fdez. de la Mora, catedrático de la universidad Yale en EE.UU. (lástima no tenerlo cerca, aunque recordando las dificultades que tuvo y hubiese seguido teniendo en España, mejor verlo desarrollarse y ganar fama fuera); cf. J. Fluid Mech. 243, 561-574 (1992).

²⁰ Tras la guerra, entre una decena de prisioneros de lujo en *Farm Hall*, mansión campestre cercana a Cambridge, W. Heisenberg y C. F. von Weizsäcker pasaron su tiempo especulando —sólo podían teorizar— sobre problemas hidrodinámicos, e imaginando de las teorías su posible influencia y trasvase de conceptos a otras áreas de física. Ya —en su tesis doctoral— Heisenberg se había distinguido por su estudio de diversos problemas de estabilidad hidrodinámica, antes de embarcarse en la mecánica cuántica por la que es célebre. Cuando les fue permitido, se lo contaron a Taylor, quien manifestó haber quedado impresionado. Anécdota sobre anécdota, paralelamente y, por razón diferente —arrestado en su casa por Stalin— P. Kapitza —cantabricense, catedrático de la Royal Society, y además marinero con G. I. en alguna ocasión— se dedicaba con uno de sus hijos a teorizar y experimentar —entre otras cosas— sobre cómo fluyen las películas líquidas al caer por una pared vertical o inclinada.

²¹ Aunque incompleto (por ej. nada sobre los trabajos de Heisenberg, von Weizäcker u Onsager) véase FRIEDLANDER, S. K. y TOPPER, L. (Eds.), *Turbulence* (Classic Papers on Statistical Theory), Interscience, NY, 1961. Véase, asimismo, BATCHELOR, G. K.: *Double velocity correlation function in turbulent motion*, Nature, '158, pp. 883-884 (1946). También es interesante, FRISCH, U.: *Turbulence* (The legacy of A. N. Kolmogorov), Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1996.

²² Burocracia militar: «You are a scientist, you design instruments. If you need to know anything about what goes on in the air, all you have to do is to ask a pilot»... «Of course that was useless advice because most pilots at that time weren't really capable of understanding what they observed», Taylor dixit.

²³ BURTON, W. K.; CABRERA, N. y FRANK, F. C.: *The growth of crystals and the equilibrium structures of their surfaces*, Phil. Trans. Royal Soc. London, 243, pp. 299-358 (1951).

²⁴ COTTRELL, A. H.: *An Introduction to Metallurgy*, Arnold, Londres, 1971.

²⁵ QUERÉ, Y.: *Physique des matériaux*, Ellipses, Paris, 1988.

²⁶ VOGEL-PRANDTL, Johanna: *Ludwig Prandtl: Ein Lebensbild*, Erinnerungen, Dokumente, 1993.

²⁷ He aquí un interesante libro para darse cuenta de lo que cuesta poner en marcha un centro de investigación y docencia a su más alto nivel, a la vez que se conoce sobre la vida universitaria en Göttingen, sobre la Alemania del primer tercio del siglo XX —particularmente entre guerras—, y sobre EE.UU., REID, C.: *Courant*, Springer-Verlag, NY, 1976. Un complemento literario-artístico, y algo más, GILL, A.: *A dance between flames* (Berlin between the Wars), Abacus, Londres, 1993.

²⁸ VON KÁRMÁN, Theodore y EDSON, L.: *The Wind and Beyond*, Little, Brown y Co., Boston, 1967.

²⁹ NIEUSTADT, F. T. M. y STEKETEE, J. A. (Eds.): *Selected Papers of J. M. Burgers* (con biografía), Kluwer, Dordrecht, 1995.

³⁰ Taylor dixit: «I feel very strongly that if the Nobel prize is open to non-atomic physicists it is definitely insulting to us that our chief—and I think that in England and USA at any rate that means you—should never have been rewarded in this way».

³¹ Salvo el P. G. de Gennes (1991) aunque su trabajo sobre los fluidos fue considerado más como relativo a materiales y, por tanto, continuación de su anterior investigación sobre sólidos, donde predomina la dinámica de la materia condensada sobre la dinámica (ecuaciones de Navier-Stokes, etc.) de corrientes fluidas (atmosféricas u oceánicas, por ej.), cf. VELARDE, M. G.: «Pierre-Gilles de Gennes: Premio Nobel de Física 1991», *Rev. Española Física*, 5, pp. 4-7 (1991).

³² Parece ser que la «historieta» de esa ausencia de Premios Nobel tiene su origen en la «incultura» de los científicos de la Academia sueca a principios del siglo XX, junto a la miserable actitud de un renombrado científico de esa época con respecto a su maestro V. Bjernes (de origen noruego); otro ejemplo a añadir a los de la freudiana relación padre-hijo, descrita en *Totem y Tabú* (Cap. 7: asesinato del padre). Véase, e.g., FRIEDMAN, R. M.: Nobel Physics Prize in perspective, *Nature*, 292, pp. 793-798 (1981). Esa «incultura» e injusticias han operado en más de una ocasión. Quien esté interesado en conocer algo de los entresijos de candidaturas, informes,... sobre los Premios Nobel en Física y Química: CRAWFORD, E.; LEWIN SIME, R. y WALKER, M.: *A Nobel tale of wartime injustice*, *Nature*, 382, pp. 393-395 (1996) y subsiguiente correspondencia de VON WEIZSÄCKER, C. F. y OELERING, J. H. J., *Nature*, 383, p. 294 (1996). El «tufillo» que huelo en la carta del primero —por aquello del balance, que no equilibrio, entre tesis y antítesis— me anima a recomendar la lectura de, GOLDBACH, D. J.: *Hitler's willing executioners* (ordinary Germans and the holocaust), Little, Brown y Co., Londres, 1996. Pero debo mencionar una reseña crítica: R. J. Neuhaus, *First Things*, Agosto-Septiembre, 1996, pp. 36-41. Así, reflexión desde todos los ángulos.

³³ Hay varios —no muchos— libros de análisis dimensional; para lo aquí descrito, BARENBLATT, G. I.: *Dimensional Analysis*, Gordon & Breach, NY, 1987.

³⁴ La secuencia de fotos del «hongo» aparece en muchas publicaciones de las que me permito recomendar, RHODES, Richard: *The making of the atomic bomb*, Simon & Schuster, NY, 1986.

³⁵ Forma parte de una serie cuya realización encargó a diversas autoridades científicas, en los años cincuenta y sesenta, el *National Committee for Fluid Mechanics Films* (EE.UU.), dirigido por A. H. Shapiro, del MIT. Otra serie de seis, dirigida y presentada por Hunter Rouse, fue, casi al mismo tiempo, producida por el Instituto de Hidráulica de Iowa City, del que era director.

³⁶ LAMB, H.: *Hydrodynamics* (6.ª ed.), Dover, NY, 1945.

³⁷ LORD RAYLEIGH: *The Theory of Sound* (dos volúmenes), Dover, NY, 1945.

³⁸ Aprovechemos para señalar que cada año (a partir de 1969) sale un volumen de la serie *Annual Review of Fluid Mechanics*, Annual Reviews Inc., Palo Alto, California; como primer capítulo suele traer un texto de interés histórico o de perspectiva de dicha área científico-tecnológica.

³⁹ MILLÁN, G.: *Problemas matemáticos de la mecánica de fluidos. Estructura de las ondas de choque y combustión*, Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias (Madrid), 1975.

⁴⁰ *Miscelánea Conmemorativa*, Universidad Autónoma de Madrid, 1982, pp. 613-629.

⁴¹ Tres ejemplos: VELARDE, M. G. (Ed.): *Physicochemical Hydrodynamics. Interfacial Phenomena*, Plenum Press, NY, 1988; VELARDE, M. G. y CHRISTOV, C. I. (Eds.): *Fluid Physics* (Lecture Notes of Summer Schools), World Scientific, Londres, 1995; VELARDE, M. G. y CUADROS, F. (Eds.): *Thermodynamics and Statistical Physics* (Teaching Modern Physics), World Scientific, Londres, 1995.

⁴² SEARS, W. R.: *Stories of a 20th-century life*, Parabolic Press, Stanford, 1993.

⁴³ Salvadas las «distancias», un seminario de fluidos persiste en Madrid desde, al menos, 1972, como resultado de la colaboración entre A. Liñán y quien este texto escribe. Felizmente, ya ha tomado el relevo J. Jiménez Sendín (grande alegría da verlo hoy como eminente catedrático de la ETS de Ingenieros Aeroespaciales de la UPM, a quien conocí como estudiante en un ciclo de seminarios que —recién doctorado— por invitación de A. Liñán, dí en su Escuela en 1968).

⁴⁴ *DAMTP*, University of Cambridge, folleto publicitario disponible en 1996.

⁴⁵ No hay confusión posible con las universidades españolas, públicas o privadas.

⁴⁶ (i) De lo anterior cabe inferir que la ciencia es menos una cuestión de ESTADO, una cuestión nacional, que un asunto de individuos y de la sociedad. De INDIVIDUOS (investigadores), geniales o con el talento y las dotes para profesarla, y de SOCIEDAD que con sus líderes y

mecenas, y su dinero, es capaz de hacer lo que con el fútbol: interesarse por sus resultados y apoyarla económicamente, por gusto o por previsión de utilidad y rentabilidad, a corto o largo plazo. Tarde o temprano, la investigación conduce a instrumentos de empleo. En ese sentido puede ser un problema nacional o local, y de gobierno. Cuando en un país o una comunidad los dineros se invierten en poco más que mejorar equipos de fútbol (gastándose uno sólo hasta cinco mil millones ¡bravo!), tratar de obtener doscientos y pico mil millones para sufragar las deudas de una televisión gubernamental (que no transmite cultura, pero hace publicidad en lo que me parece es competencia desleal con las televisiones privadas, cuando su presupuesto proviene de los impuestos ciudadanos. Inciso: en el Reino Unido, la BBC dedica anualmente, ochenta horas a la divulgación científica), recibir turistas o fabricar coches, TVs, electrodomésticos, etc., que provienen de investigación y diseño realizados allende sus fronteras, está al albur de decisiones que también se toman allende sus fronteras, entre las cuales algunas pueden afectar el nivel de empleo/paro. La existencia de «estadistas» como de Gaulle, en Francia, Adenauer, en Alemania, y Kennedy, en EE.UU., condujo a logros científicos, técnicos y económicos de primera magnitud. En España ha habido Carlos III (pues sobre los Reyes Católicos, Carlos I y Felipe II prefiero correr un «estúpido» velo). Desgraciadamente no consiguió hacer todo lo que imaginó (no se olvide que el Museo del Prado —la mayor pinacoteca del mundo— pudo haber sido un Museo de Ciencias). Luego la política ha sido la de ir tirando, sobrellevando el día a día, de modo que en los programas de los partidos políticos el sitio de las ideas ha sido, generalmente, tomado por los «publicitarios» expertos en hueca y hueca comunicación, dando como resultado que de los principios se pasase a los intereses o caprichos partidarios o incluso individuales. Una de las recientes desvergüenzas fue llamar AVE (alta velocidad española) al tren franco-alemán que los franceses, pese a lo «chauvinistas» que son, llaman TGV (tren de gran velocidad). Aquí lo español es el aire y la tierra sobre los que circula. Quizá, por eso, se puso el adjetivo *española* pues desde Galileo sabemos que el movimiento es *relativo*, es decir que desde el tren, cómodamente sentados, vemos pasar objetos, tierra y aire, *españoles* de alta velocidad. Recientemente, un diario detalló lo que cabría hacer con «los diez mil millones de Ronaldo». Una estimación, a la baja, del dinero movido en el partido del 7-12-96, Madrid-Barcelona, da 10^4 (precio entrada) $\times 10^5$ (espectadores) = 10^9 pesetas, cifra acaso superior a la precisa para el mantenimiento anual de la investigación científica de calidad en España. (ii) Desde hace bastantes décadas, y quizá algunos siglos, pensar por cuenta propia en España ha sido raro y hasta mal visto. Venimos copiando algunas, no las mejores cosas en vez de recrearlas si no las inventamos. Así, como malos estudiantes aprendemos poco, mal y lo que llegamos a aprender no cala hondo («¡Hombre! De cuando en cuando sale una persona que vale, muy pocas. Todo lo que se hace es copiar; los arquitectos copian catálogos, generalmente nórdicos, de las casas que hacen; los ingenieros también copian... Este país no tiene ni la más mínima consistencia científica», en *Destino*, enero

de 1972, Josep Pla *dixit*. Ojo con el patriotismo o sus derivados aberrantes, patrioterismo o autarquía; si algo fuese aceptable sería el patriotismo «de las zonas templadas del espíritu», que decía Azaña). (iii) Cuando ocurrió la catástrofe del ilegalmente manipulado aceite de colza, las autoridades políticas (gobierno y parlamento) y la comunidad científica, y médica, dieron lo que era nuestra talla: las primeras no supieron organizar un adecuado equipo pluridisciplinar, la otra no fue capaz de organizarse, a favor o al margen de la primera, para abordar un problema nacional tan complejo biofísicoquímica y médicamente, y de tamaño magnitud. Aún sigue coleando. (iv) Felizmente, los del Sur tuvimos ancestros que inventaron y disfrutaron de la *dieta mediterránea*, liada con el aceite de oliva, que ahora se estudia, ensalza y empieza a ser bien copiada por los del Norte y el Oeste. Pero resulta que en los tiempos que corren, la Unión Europea donde gasta más presupuesto en hacer publicidad para fomentar el —disminuido— consumo de aceite de oliva, es en España ¡primer país productor mundial!. Y ¡Los olivares protestando en las calles! Pienso que con justa razón, en aquello de agricultura que contiene cultura, que fue uno de los argumentos esgrimidos por muchos noruegos para votar en contra de la adhesión a la CEE en 1972, y a la UE en 1994. Lecturas recomendadas: BRAUDEL, F.: *La Méditerranée* (l'espace et l'histoire), Flammarion, Paris, 1985, y MUÑOZ MOLINA, A.: *La Huerta del Edén*, Ollero & Ramos, Madrid, 1996. (v) A señalar que en el anuncio de una reciente reunión, patrocinada por una Caja de Ahorros LOCAL y un Diario de economía, sobre «Castilla y León en el despegue económico (Primer encuentro empresarial de la economía castellano-leonesa)» celebrada en octubre de 1996 en Valladolid, de dieciocho ponentes del sector de la producción, siete representaban intereses multinacionales, o sea foráneos, no aparece ni un solo científico o responsable de la ciencia y el desarrollo españoles. No se quedan atrás Andalucía, la Comunidad Valenciana o Aragón (y seguirá). Tanto en una reunión en Córdoba, también el mismo octubre, sobre «Administraciones públicas y Cajas de ahorros ante la apuesta europea», como en otra convocada en noviembre, en Sevilla, «Andalucía, hacia el año 2000 (II Encuentro empresarial de la economía andaluza)», o en Valencia en enero de 1997, «La Comunidad Valenciana: Puertas abiertas al siglo XXI», o en Zaragoza en Marzo de 1997, «Aragón, Horizonte Europa», la investigación no es mencionada y las universidades no contribuyen con ponentes, aunque pienso que, por ahora, son —empresas— parte de la administración pública. Tal alienación de la investigación del posible despegue y futuro económicos me parece inimaginable en el Reino Unido. La guinda: en el aeropuerto de Madrid-Barajas, antes de salir (18-10-96) para Seúl en visita oficial, acompañando a SSMM Los Reyes, el Ministro de Asuntos Exteriores, Don Abel Matutes, afirmó (al menos eso me pareció oír) que a Corea del Sur debemos estar agradecidos porque las inversiones de sus empresarios en España crean numerosos puestos de trabajo, etc. Lo que me lleva al siguiente corolario demagógico-político-científico: en realidad debo, como científico y ciudadano español, estar agradecido a los EE.UU. pues, por un lado, allí he aprendido bastantes cosas de mi profesión

un eminente científico —de origen español— consiguió allí, como ciudadano de aquel país, el Premio Nobel, un madrileño es el primer astronauta —de origen español— que, como militar estadounidense —aunque eso no suelen decirlo— viajó por el espacio y, por otro lado, gracias a que los empresarios de EE.UU. —aparte sus inversiones directas en España— invirtieron en Corea del Sur, ahora los empresarios de ese país del Extremo Oriente invierten en España (de EE.UU. al Extremo Oriente y de allí a España, tercero en la cadena ¡no está mal!). (vi) Las sociedades/asociaciones/academias científicas en España son de escasa relevancia si las comparamos con sus homólogas de otros países al Norte, Oeste y (antes) Este. Las razones de esta irrelevancia son múltiples y complejas. Quizá una sea que en España la envidia más que vicio parece virtud (hay demasiadas *brujas* para pocas *Blancanieves*), y la actitud inquisitorial de casi cualquiera que obtiene «cargo» o «poder», norma («furioso el ciego contable disparó un tiro hacia la puerta. La bala pasó entre las cabezas de los ciegos sin alcanzar a nadie hasta clavarse en la pared del corredor. No me has dado, dijo la mujer del médico, y ten cuidado, se te acabarán las municiones, hay otros ahí que también quieren ser jefes», cf. SARAMAGO, J.: *Ensayo sobre la ceguera*, Alfaguara, Madrid, 1996, p. 220). Establecer tradición es tarea aparentemente inviable en España; cada «autoridad» que llega fresca pretende hacerlo mejor que su predecesora para lo cual comienza por *tabula rasa* de lo hecho, dando razón a quienes, como Azaña, sostienen lo nefasto que es no ver, o no querer ver, las piedras y obstáculos que han ido quitando y removiendo aquellos que han pasado antes por el mismo camino. No se respetan las formas, los buenos modales, las normas de educación, olvidando «que, por un lado, las breves máximas extraídas de largas experiencias son pequeños «evangelios», y, por otro, la cortesía aborta los conatos de violencia instintiva», Quevedo *dixit*. (vii) La comunidad científica española es un conjunto de «equipos de trabajo unicelular» (ya de un alumno dice eso la LOGSE, ESO, o lo que sea; «esa ley en virtud de la cual nuestros hijos llegarán a la edad adulta sin saber escribir ni leer correctamente, y con una ecuaníme ignorancia de las humanidades y de las ciencias», Muñoz Molina *dixit, ibidem* p. 154), de «guerrilleros», generalmente envidiosos unos de otros, algunos hábiles para ganar batallas pero el conjunto incapaz de ganar una sola guerra. Queda mucho aún para que la supranacionalidad de la Unión Europea y otras asociaciones produzca cambios substanciales. Da la impresión de haber sido y aún ser una comunidad con tendencia más al suicidio (individual y colectivo) que a la supervivencia cooperativa: «si no progreso yo ¿por qué voy a permitir que progrese el de al lado? ¡que no progrese nadie!» *versus* «si yo solo no soy capaz de progresar, quizá si el de al lado puede progresar —incluso con mi ayuda— podrá ocurrir que me haga progresar a mí también» (¿galimatías? sí, y «la complejidad del entramado de relaciones sociales, tanto diurnas como nocturnas, tanto verticales como horizontales, de la época aquí descrita, aconseja moderar cualquier tendencia a los juicios perentorios, definitivos, manía de la que, por exagerada suficiencia, nunca conseguiremos librarnos», J. Saramago *dixit*,

ibidem, p. 34). (viii) «Ahora todo el mundo quiere ser algo, a diferencia de otros tiempos en que prevalecía la idea progresista de hacerse», Muñoz Molina *dixit*, *ibidem*, p. 140. Así, en España es importante quien, con bragas, silicona y otras zarandajas, o sin ellas (¿méritos?), individual o colectivamente (a base de manifiestos) se exhibe en la Tele, por la radio o en las revistas. Adquirida notoriedad «pública» y, por tanto, sabiduría «oficial» (ojo al sofisma) luego se atreven a decir a los demás cuales son sus gustos literarios (quizá sin haber sido lector), musicales (conociendo sólo de referencia, o por una película, alguna melodía o compositor, quizá siendo incapaces de escribir el nombre correctamente), o éticas (leyendo la cartilla a quienes crean, aunque ellos quizá sean incapaces de crear). ¡Qué país! Algo se percibe en el libro, fragmentario y oportunista, de LÓPEZ AGUDÍN, F.: *En el laberinto (diario de Interior 1994-1996)*, Plaza & Janés, Barcelona, 1996: un sector de la clase dirigente española aparece como un atajo de «chorizos», apenas saben hacer otra cosa que chapuzas, o, peor aún, chulerías y las mayores barbaridades y crímenes. ¡Cuidado! esa clase no es mejor que la Universitaria y ésta no puede pretender ser mejor que la del CSIC (¿para cuando la libertad de trasvase entre ambas instituciones? o ¿para cuando el sentido común-heredía, según Juan Eugenio Hartzenbusch? Para el año que viene, como de la Libertad antaño decía el *Hermano Lobo*), ni ésta mejor que la de RENFE o Iberia, etc. (ix) En un país de «malhonestos», el «honesto» es un charlatán, «una cosa rara» como la ópera de V. Martín y Soler y aire de la misma que Mozart recogió en su «Don Giovanni». Ejercicios: (1) Ponga una L en su coche y observe el comportamiento de los demás; (2) en una carretera, autovía o incluso autopista, cuando indique al conductor que le precede su deseo de adelantarlo —con intermitente o ráfaga luminosa larga— haga la estadística de cuántos se lo permiten ¿son acaso menos que los que se lo impiden acelerando, o simplemente yendo despacio sin echarse a un lado?; (3) propague la buena nueva, real o virtual, de que le han concedido un premio, a ser posible en el extranjero, y cuente el número de colegas, no amigos, que le felicitan; (4) ayudado por unos cuantos amigos haga propagarse la mala nueva de su óbito (póngalo trágico y exótico, estableciendo que fue un accidente en un lugar lejano y perdido del extranjero) y averigüe el número de colegas, no amigos, que se han ofertado a darle —a título póstumo— un homenaje o una medalla o incluso hacerle una estatua; (5) ¡Fariseísmos fuera! Hagamos el ejercicio autocrítico correspondiente a cada uno de los precedentes. Lecturas recomendadas: PEYREFITTE, A.: *Le mal français* (dos volúmenes), Poche, Paris, 1976 (particularmente pp. 256-259: Déconcertante Espagne y Nous sommes tous des hidalgos) y RIERA, C.: *En el último azul*, Alfaguara, Madrid, 1996.

⁴⁷ HARDY, G. H.: *A mathematician's apology*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1940.

⁴⁸ Quizá sean las *necrologías/obituarios* lo mejor del *Times*. En la correspondiente a otro cantabrigense, publicada el 29 de mayo de 1996, dicho periódico muestra otra poderosa personalidad, a la vez que refleja dos diversas maneras de pasar por la universidad de Cambridge. Me

refiero a la relativa a Lord Margadale. Este político fue uno de los más ricos («He was totally unambitious. Office he did not want. Money he did not need») e influyentes conservadores («He was that rare person, a wise man»). La imagen actual de un «Tory “knight of the shires” (though himself never accepted a knighthood. He did not read books. He was a man of few words. Conversation was not something he enjoyed even within his own family)». Producto, por supuesto, de Eton y Cambridge, a la pregunta de uno de sus nietos «Grandpapa, did you take a degree at Cambridge?». Pausa. «No, I never intended to be a school-master».

⁴⁹ En cinco años de catedrático en Cambridge, Lord Rayleigh publicó sesenta artículos y dimitió porque prefería trabajar en su casa donde lo hacía ininterrumpida y más relajadamente.