

ANALES DE LA REAL ACADEMIA DE DOCTORES DE ESPAÑA



Volumen 14 • Número 1

Julio 2010

Domicilio Corporativo: San Bernardo, 49 • 28015 Madrid

ANALES DE LA REAL ACADEMIA DE DOCTORES DE ESPAÑA

Publicado por la Real Academia de Doctores de España

Doctor Don Luis Mardones Sevilla
Presidente de la Real Academia de Doctores de España

Comisión de Publicaciones

Doctor Don Domingo Muñoz León
Sección Teología

Doctora Doña María Ruiz Trapero
Sección Humanidades

Doctor Don Luis Martínez-Calcerrada
Sección Derecho

Doctor Don Jesús Martínez-Falero
Sección Medicina

Doctor Don Benjamín Fernández Ruiz
Sección Ciencias Experimentales

Doctora Doña Rosa Basante Pol
Sección Farmacia

Doctor Don Manuel López Cachero
Sección Ciencias Políticas y de la Economía

Doctor Don Saturnino de la Plaza Pérez
Sección Ingeniería

Doctor Don Juan Gómez y González de la Buelga
Sección Arquitectura y Bellas Artes

Doctor Don Luis Mardones Sevilla
Sección Veterinaria

Doctor Luis Vázquez Fernández
Académico responsable de Publicaciones

Portada:

Ilustración de portada, Rosa M.^a Garcerán Piqueras

Depósito legal: M. 11.690-1997

ISSN: 1138-2414

Imprime: REALIGRAF, S.A.

Pedro Tezano, 26

28039 Madrid

ÍNDICE

Págs.

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN Y DIVULGACIÓN

– <i>La eclosión de los planetas extrasolares.</i> Rafael Bachiller García	9
– <i>Cáncer oral.</i> Antonio Bascones Martínez	25
– <i>La responsabilidad profesional del médico.</i> Fernando Benzo Mestre	35
– <i>Telómeros, Telomerasa, sus implicaciones en el envejecimiento y el cáncer.</i> María Cascales Angosto y Juan Ángel Álvarez Gómez	49
– <i>El hidrógeno como almacén energético. Aplicación de la pila de combustible reversible polimérica.</i> Carmen Clemente Jul, Manuel Montes Ponce de León y Carlos Fúnez Guerra	71
– <i>La unión europea y el tratado de Lisboa.</i> Fernando De Salas López	93
– <i>Reflexiones sobre ciertas incorrecciones en la traducción de palabras y frases, e imprecisiones conceptuales en la matemática.</i> Javier Díaz-Llanos Sainz-Calleja, M. ^a del Carmen Cermeño Carrasco y Luis Martínez de Velasco.....	111
– <i>Perspectivas actuales en la etiología, diagnóstico y evaluación clínica del hipogonadismo masculino.</i> Juan José Díez Gómez	121
– <i>Obra civil y recuperación económica.</i> Jaime Lamo de Espinosa.....	141
– <i>La milicia universitaria: una aproximación histórica. Perspectivas.</i> Jesús López Medel.....	153

– <i>Darwin y el origen de las especies</i> . Jesús Martínez-Falero.....	165
– <i>Desarrollos recientes en economía financiera (2009)</i> . Rafael Morales-Arce .	175
– <i>La revalorización de las convicciones en el marco de una sociedad tecnificada</i> . Luis Alberto Petit Herrera	199
– <i>El sodio en la naturaleza</i> . Antonio Ramírez Ortega, Carmen San José Arango	213
– <i>La economía española y los cambios en Europa: de la Ceca al Tratado de Lisboa</i> . Eugenio Ull Pont	225
– <i>La escalera transitiva en el consumo</i> . José Villacís González	245

TRABAJOS DE DIVULGACIÓN
E INVESTIGACIÓN

LA ECLOSIÓN DE LOS PLANETAS EXTRASOLARES

DR. D. RAFAEL BACHILLER GARCÍA

*Académico correspondiente de la Real Academia de Doctores de España
Astrónomo y director del Observatorio Astronómico Nacional (IGN)*

*Llegará un tiempo en el que los hombres podrán afinar
su mirada y llegarán a ver planetas como nuestra Tierra.*

SIR CHRISTOPHER WREN (1632-1723), matemático, astrónomo y arquitecto.

*A veces creo que hay vida en otros planetas, y a veces creo que no.
En cualquiera de los dos casos la conclusión es asombrosa.*

CARL SAGAN (1934-1996), astrónomo.

RESUMEN

Cientos de planetas están siendo descubiertos en torno a estrellas de características muy diversas, lo que constituye una de las mayores revoluciones de la astronomía contemporánea. Esta apasionante serie de hallazgos comenzó en 1995, cuando los astrónomos Michel Mayor y Didier Queloz anunciaron la detección de 51 Pegasi b, un exoplaneta que orbita en torno a una estrella de tipo solar a 50 años luz de la Tierra.

Se conocen hoy más de 400 planetas extrasolares contenidos en unos 300 sistemas planetarios. Es cierto que todos estos planetas son significativamente más masivos que la Tierra, pero la instrumentación que está siendo específicamente diseñada para la búsqueda de planetas de tipo terrestre, debería conducir en breve a la detección de otras *Tierras*. Estudiando la composición de sus atmósferas, dentro de unas pocas décadas se podrán obtener indicios que nos señalen la posible presencia de vida en esos mundos.

Este artículo describe el estado actual de nuestro conocimiento sobre los planetas extrasolares y considera el significado y trascendencia de tales descubrimientos.

ABSTRACT

Hundreds of planets are being discovered around stars of many different types, constituting one of the major revolutions of contemporary astronomy. This fascinating series of findings started in 1995, when the astronomers Michel Mayor and Didier Queloz proclaimed the detection of 51 Pegasi b, an exoplanet orbiting around a solar-type star at a distance of 50 light years from Earth.

More than 400 extrasolar planets are known today to be contained in about 300 planetary systems. Certainly all these planets are significantly more massive than the Earth, however the instrumentation which is being specifically designed for the search of earth-like planets should lead to the detection of other *earths* in the next future. By studying the composition of their atmospheres, we could obtain, in only a few decades, hints showing the possible presence of life in those worlds.

This article reports on the present status of our knowledge on extrasolar planets and considers the meaning and importance of such discoveries.

1. Introducción. ¿Qué es un planeta extrasolar?

En astronomía se utiliza el término «planeta extrasolar» (o simplemente «exoplaneta») para designar a cuerpos similares a los ocho planetas del sistema solar pero que se encuentran orbitando en torno a estrellas diferentes del Sol.

La Unión Astronómica Internacional todavía no ha proporcionado la definición precisa de «planeta extrasolar» (tan sólo existe una definición de «planeta» que es aplicable exclusivamente a los ocho grandes cuerpos planetarios del sistema solar). Sin embargo, habitualmente se sobreentiende que un planeta extrasolar es un objeto que orbita en torno a una estrella y que posee una masa inferior a la masa límite que es precisa para desencadenar la fusión termonuclear del Deuterio, esto es unas 13 veces la masa de Júpiter (para metalicidad solar). El límite inferior de masa para que un cuerpo sea considerado planeta es el mismo que se aplica en el sistema solar (en torno a la centésima de la masa de la Tierra).

Los cuerpos subestelares con masa mayor que 13 veces la de Júpiter son denominados «enanas marrones». Los objetos que no están orbitando en torno a ninguna estrella (objetos «flotando libremente»), y que no alcanzan la masa límite de 13 veces la de Júpiter, suelen denominarse «sub-enanas marrones» o «planetas huérfanos», según se encuentren inmersos en un cúmulo estelar, o vagando libremente por el espacio interestelar. El estudio de tales objetos de masa planetaria está en sus inicios y su origen no está bien determinado. De confirmarse su existencia, habría que estudiar si tales «planetas huérfanos» tienen las mismas características que los planetas estándar que orbitan en torno a estrellas. Y es que un planeta huérfano pudo quizás formarse a partir de una pequeña nube interestelar que no llegó a formar una estrella, mediante un mecanismo diferente del que forman las estrellas y los discos circunestelares polvorientos que acaban produciendo un sistema planetario de los habituales. Aunque quizás podría tratarse de planetas normales que se formaron en torno a una estrella pero que fueron eyectados de sus órbitas por algún fenómeno a determinar. No se dispone de ninguna estimación del número aproximado de tales objetos en nuestra Galaxia, lo que podría dar una idea de su importancia y trascendencia. En este artículo no volveremos, por tanto, a referirnos a tales «planetas huérfanos» de los que se conoce tan poco.

Durante mucho tiempo, los astrónomos habían especulado con la existencia de exoplanetas orbitando en torno a estrellas diferentes de nuestro Sol, pero incluso las cuestiones más elementales permanecían desconocidas. Por ejemplo, de la inmensa variedad de estrellas existente en nuestra Galaxia ¿Cuál es el tipo de estrellas que pueden estar acompañadas de planetas? Inicialmente se supuso que las estrellas de tipo solar eran los mejores candidatos para comenzar la búsqueda y, de hecho, cuando la instrumentación astronómica

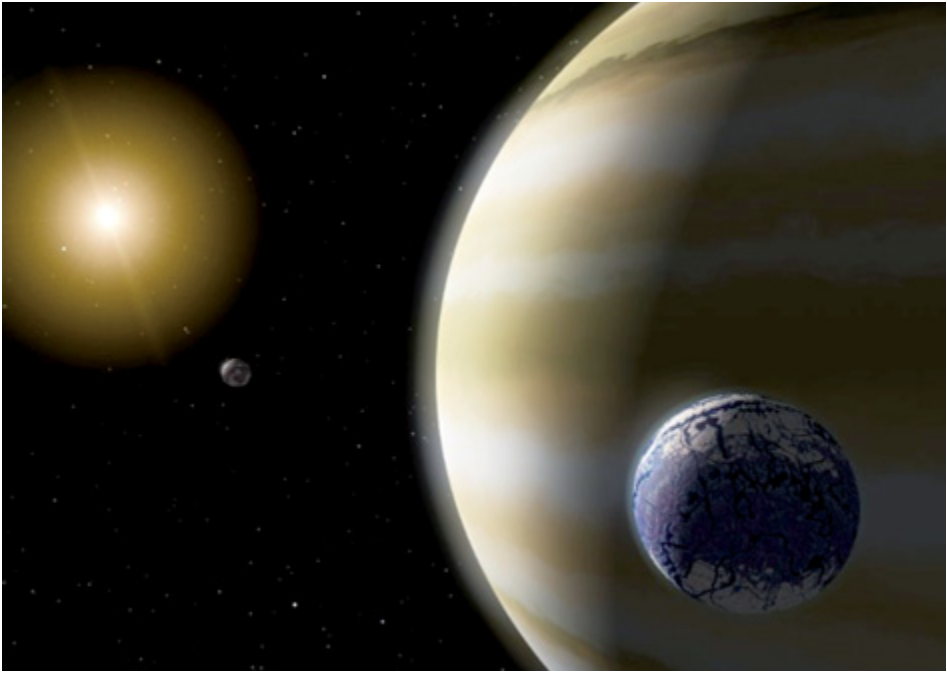


Figura 1. *Imagen artística de un sistema planetario extrasolar* / NASA, IPAC, R. Hurt.

fue suficientemente sensible para realizar este tipo de observaciones, se comenzó por observar estrellas similares a nuestro Sol.

Como veremos, uno de los resultados más sorprendentes de estas investigaciones es que estrellas de una gran variedad (grandes o pequeñas, calientes o frías, jóvenes o viejas) parecen estar acompañadas por un cortejo más o menos numeroso de planetas. Naturalmente, la detección de tales planetas extrasolares tiene consecuencias inmediatas sobre nuestras concepciones acerca de la posible existencia de vida fuera de la Tierra.

2. Interés de los planetas extrasolares. ¿Estamos solos en el universo?

¿Hay vida en otros mundos? Durante siglos el hombre se ha realizado este tipo de preguntas y ha tratado de responderlas mediante la observación del sistema solar, pues aquí se encontraban los únicos planetas y satélites al alcance de sus telescopios. Pero hasta ahora todos los esfuerzos por encontrar vida en otros mundos han resultado infructuosos y el único ejemplo de vida que conocemos sigue siendo el que se da en nuestro planeta.

Cuando se considera la posibilidad de existencia de vida en otros cuerpos del sistema solar diferentes de la Tierra solemos referirnos a la *zona de habitabilidad* del entorno solar (esto es, la región que tiene la temperatura y el flujo de radiación adecuados para que se desarrolle la vida). Esta zona no es más que una pequeña franja circular en torno a la órbita de la Tierra, y todos los planetas y los satélites, salvo Marte (que se encuentra en la frontera exterior) y naturalmente la Luna, se encuentran fuera de esta zona habitable.

Aunque la Luna esté en la zona de habitabilidad, su carencia de atmósfera hace que la vida allí sea extremadamente improbable. El examen de las muestras obtenidas en la superficie de nuestro satélite (tanto in situ como en los laboratorios terrestres) no deja mucha esperanza de encontrar algún tipo de vida en este cuerpo tan inerte. De forma que, fuera de la Tierra, las posibilidades de encontrar vida en los otros cuerpos del sistema solar se reducen, aparte de algunas notables excepciones, a Marte.

Marte es muy similar en muchos aspectos a nuestro planeta, a menudo se dice que es como su hermano pequeño. Tiene agua y energía volcánica y, aunque está ubicado en una zona considerablemente más fría, su subsuelo es relativamente prometedor. Pero ninguno de los intentos realizados hasta la fecha para detectar allí vida ha tenido éxito. En concreto, la gran controversia originada por el examen del meteorito de origen marciano ALH 84001 (una diogenita de unos 2 kg. de peso encontrada en la Antártida en la que se detectaron estructuras con morfología de aspecto bacteriano) nunca fue resuelta de manera satisfactoria, entre otras razones porque la posible contaminación con material terrestre no puede ser excluida. No obstante, si no en la actualidad, cabe la posibilidad de que en fases más tempranas de la evolución del sistema solar, cuando su temperatura era más elevada, Marte pudo quizás albergar algún tipo de vida. No cabe ninguna duda de que merece la pena tanto estudiar detenidamente las decenas de meteoritos marcianos que se encuentran en la Tierra como seguir explorando en detalle la superficie y el subsuelo del planeta rojo.

En cuanto a los otros cuerpos del sistema solar, tan sólo algunos satélites de Júpiter y Saturno ofrecen alguna vaga esperanza de que puedan albergar algún tipo de vida. Europa, uno de los mayores satélites de Júpiter tiene un interés especial pues su superficie completamente lisa y helada parece cubrir grandes océanos líquidos que podrían encontrarse a temperaturas superiores. Titán, el mayor satélite de Saturno, tiene una espesa atmósfera con alta concentración de nitrógeno que parece similar, en algunos aspectos, a la de la Tierra primitiva. Sobre su superficie hay grandes lagos de metano líquido que fueron fotografiados in situ por la sonda Cassini-Huygens en el año 2005. Finalmente, recordemos a Encelado, un pequeño satélite de Saturno de apenas 500 kilómetros de diámetro que tiene un aspecto general muy parecido a Europa y que, además, presenta claros síntomas de poseer una intensa actividad geológica. Muy recientemente se han aportado pruebas convincentes de la presencia de agua en este pequeño mundo. De su superficie emanan chorros similares a grandes géiseres que podrían estar originados en mares subterráneos.

En resumen, la esperanza de encontrar vida en nuestro sistema solar no es nula, pero es relativamente limitada. Resulta sumamente interesante estudiar otros cuerpos, y para ello es preciso ir más allá de nuestro sistema solar. Al fin y al cabo, el nuestro es un sistema planetario en una estrella de los varios cientos de miles de millones que conforman nuestra Galaxia. Y si nuestro Sol está acompañado por sus planetas, cabe esperar que al menos una buena fracción del enorme número de estrellas de la Vía Láctea también lleve asociado un sistema planetario más o menos similar al nuestro.

3. Los primeros planetas extrasolares

En 1995, utilizando un pequeño telescopio de 1,9 metros del Observatorio de Haute Provence (Francia), los astrónomos Michel Mayor y Didier Queloz detectaron los prime-

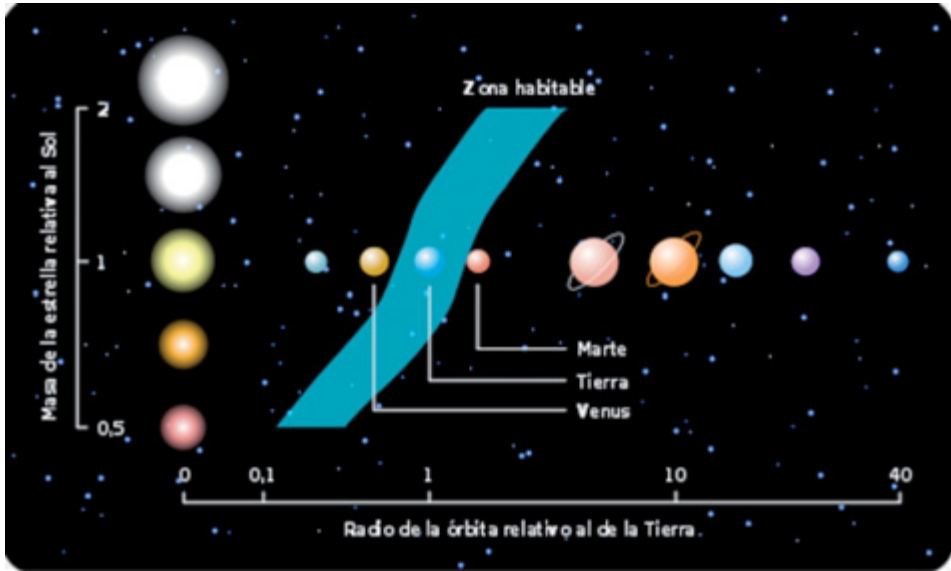


Figura 2. La zona de habitabilidad en torno a estrellas de diferentes masas y luminosidades. En la línea central se representa el sistema solar. Las estrellas menos masivas que el Sol tienen la zona habitable más próxima a ellas y las más masivas la tienen más alejada.

ros indicios claros de la presencia de un planeta orbitando en torno a una estrella: 51 Pegasi. Se trata de una estrella de tipo solar situada a 50 años luz de distancia en la constelación de Pegaso.

De manera similar a Mayor y Queloz, los norteamericanos Geoffrey Marcy y Paul Butler llevaban varios años buscando indicios de planetas extrasolares. Poco tiempo después de que la detección del nuevo planeta, denominado 51 Pegasi b, se hiciese pública, Marcy y Butler la confirmaron mediante observaciones realizadas en el Observatorio de Lick (cerca de San José, California). Siguió otras varias observaciones que mostraron que el planeta tenía una masa de al menos la mitad de la de nuestro Júpiter y que orbitaba muy cerca de su estrella, por lo que la temperatura en su superficie debía estar por encima de los 1000 grados Celsius.

Conviene destacar que en 1992, tres años antes del descubrimiento en el óptico de 51 Pegasi b, utilizando el gran radiotelescopio de Arecibo, Wolszczan y Frail (1992) habían detectado dos planetas en torno al pulsar PSR B1257+12, a casi 1000 años luz de la Tierra. Estos planetas, que fueron puestos de manifiesto mediante la observación de anomalías en el periodo de pulsación de la estrella central de neutrones, tienen masas que son unas 4 veces superiores a la terrestre. Sin embargo no es seguro que los planetas que se encuentran orbitando en torno a pulsares tengan las mismas características de los que orbitan en torno a estrellas de la secuencia principal. Los de los pulsares pueden ser los residuos de planetas gigantes gaseosos que no han sido completamente destruidos cuando la estrella masiva central llegó al final de su vida generando una Supernova y dando lugar a la también residual estrella de neutrones. O, alternativamente, quizás tales planetas podrían haber resultado en una «segunda ola» de formación planetaria cuando tuvo lugar la Supernova.

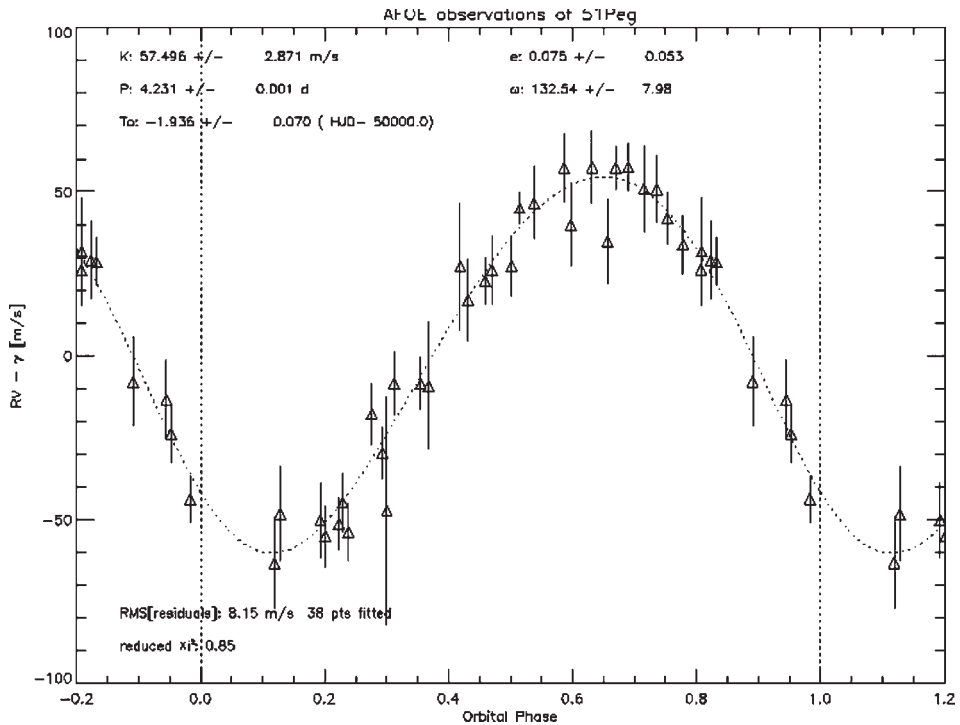


Figura 3. Variaciones en la velocidad radial de la estrella 51 Pegasi que permitieron a Mayor y Queloz la detección del primer exoplaneta 51 Pegasi b | Mayor y Queloz (1995).

4. Interludio: Belerofonte y la nomenclatura de los exoplanetas

51 Pegasi b es conocido a veces con el nombre de Belerofonte, el jinete del caballo Pegaso. El Profesor José Antonio Jáuregui, miembro de la Real Academia de Doctores de España hasta el momento de su prematura y desafortunada muerte en el año 2005, utilizó la historia de este héroe mitológico para ilustrar lo que él denomina la «minusvalía de los plusválidos». En su documentado trabajo «La vida es juego», nos cuenta el profesor Jáuregui:

«Belerofonte era un apuesto galán, joven, sensible e inteligente. La joven y atractiva esposa de su amigo y anfitrión, tras una cena amigable con él y con su marido, fue a su cama a «ofrecerle sus favores». Belerofonte la rechazó por no traicionar a su amigo y anfitrión. Esta mujer desechada le acusó ante su marido de haber intentado violarla.»

A causa de este incidente, Belerofonte se vio abocado a enfrentarse con la Quimera, un terrible monstruo. Pero he aquí que los dioses, no pudiendo soportar la injusticia a la que el héroe se veía sometido, decidieron prestarle el caballo Pegaso y, con su ayuda, Belerofonte acabó con la Quimera.

Embragado por el éxito, Belerofonte intentaría, aún no siendo dios, subir al Olimpo. Pero entonces los dioses enviaron un tábano que picó a Pegaso. La picadura encabritó al

caballo que tiró al suelo al jinete provocando su ceguera y Belerofonte acabó sus días pidiendo limosna. Así pues, aunque nuestro héroe contaba inicialmente con la ayuda de los dioses, sus deseos de endiosamiento le condujeron a la ruina. Concluye el Dr. Jáuregui «Aquí podemos detectar la minusvalía de los plusválidos. Nada hay tan penoso como el Belerofonte que se endiosa».

La picadura del tábano también motivó que el caballo alado Pegaso volase al firmamento donde quedó convertido en una magnífica constelación. Y es ahí donde los astrónomos terrestres localizarían su primer exoplaneta.

Aunque la denominación «Belerofonte» para el primer exoplaneta, 51 Pegasi b, personalmente me despierta mucha simpatía, la Unión Astronómica Internacional recomienda no utilizar aún nombres propios para la designación de los exoplanetas, pues los considera poco prácticos. El método utilizado para la nomenclatura consiste en servirse del nombre de la estrella (51 Pegasi) seguido por las letras minúsculas b, c, d, etc., para designar a los planetas que se vayan descubriendo sucesivamente en su entorno. En el momento de redactar estas líneas, el record de número de planetas extrasolares lo ostenta la estrella denominada 55 Cancri (en la constelación de Cáncer) con 5 exoplanetas. Así pues, actualmente el único exoplaneta con una «f» en su denominación es 55 Cancri f.



Figura 4. *Belerofonte cabalgando sobre Pegaso y acabando con la Quimera. Medallón central de un mosaico romano en Autun (Saône et Loire, Francia) | Félix Potuit.*

5. Técnicas de detección

La observación de un planeta extrasolar es una tarea extremadamente complicada, pues en esencia se trata de ver un pequeño cuerpo oscuro en la inmediata proximidad de un intensísimo foco luminoso (la estrella central). Es como tratar de ver una mota de polvo que, arrastrada por el viento, pasa en la noche por delante del faro iluminado de una motocicleta distante.

Las técnicas utilizadas para la detección de planetas extrasolares están fundamentadas en las pequeñas alteraciones que el planeta ocasiona en su estrella. En efecto, en un sistema estrella-planeta, tanto el planeta como la estrella orbitan en torno al centro de masas de ambos. Es decir, que la estrella se mueve ligeramente en torno a ese centro de masas que, en el caso habitual en el que el planeta sea mucho menos masivo que la estrella, estará situado muy cerca de la estrella. La estrella adquiere pues una velocidad no nula, y su posición varía ligeramente con el tiempo.

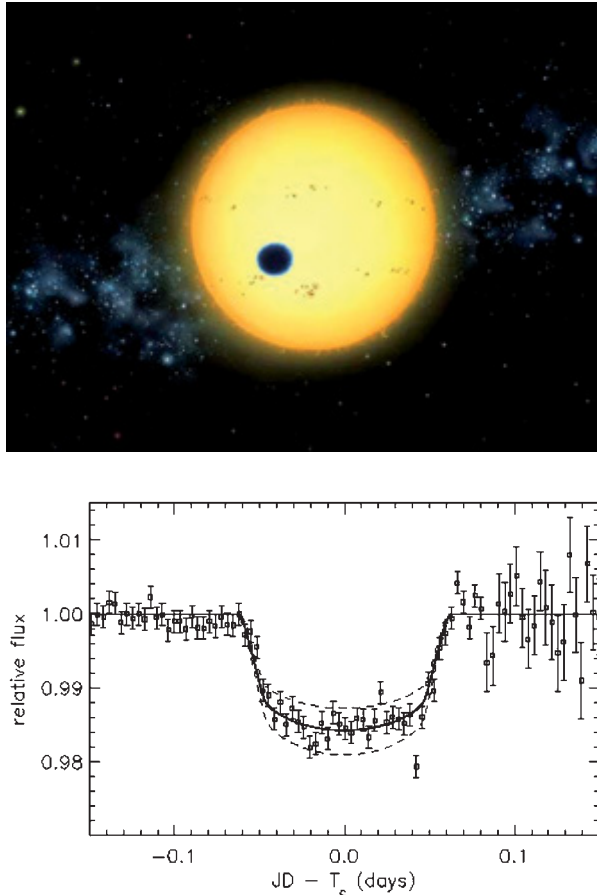


Figura 5. *HD209458 b* fue el primer exoplaneta detectado por la técnica de los «tránsitos». Cuando el planeta pasa por delante de la estrella se produce una disminución en el flujo luminoso detectado | STARE & D. Charbonneau et al. (2000).

La técnica inicial de detección, denominada de la «velocidad radial» consiste en la medida precisa de la componente de la velocidad de la estrella a lo largo de la línea de observación. Según el planeta orbita en torno a su estrella causa sobre ésta unas pequeñísimas variaciones en su velocidad radial (de acercamiento y alejamiento a la Tierra) que pueden ser identificadas en sus líneas espectrales gracias al efecto Doppler. Ésta fue la técnica empleada para la primera detección de 51 Pegasi b y sigue siendo la más productiva.

La técnica de los «tránsitos» consiste en estudiar las variaciones en luminosidad total producidas por los mini-eclipses que se ocasionan cuando el planeta pasa por la línea de mirada que va desde nuestro telescopio a la estrella.

Otra técnica utilizada en la identificación de exoplanetas es la «astrométrica», que consiste en la medida de alta precisión de la posición estelar y de sus pequeñas variaciones (debidas a que la estrella se mueve en torno al centro de masas del sistema).

Finalmente es interesante señalar que el efecto de lente gravitatoria, predicho por la teoría de la relatividad general de Einstein, puede ser utilizado para detectar un planeta cuando se encuentra bien alineado tanto con su estrella como con una estrella más lejana en la misma línea de mirada. En esa disposición el conjunto estrella-planeta actúa como una lente respecto de la segunda estrella que se encuentre situada detrás del sistema planetario.

Como vemos todas estas técnicas siguen caminos más o menos sinuosos y no consiguen detectar el planeta de manera directa, sino tan sólo mediante los efectos causados sobre características de su estrella central (pequeños cambios en su velocidad, posición o brillo). Estas perturbaciones son más acusadas según el planeta es mayor y según su órbita es más cercana a la estrella. Por lo tanto, en términos generales, estas técnicas favorecen la detección de planetas muy masivos y que orbitan muy cerca de sus estrellas.

6. Hitos en la búsqueda de planetas

La detección del planeta 51 Pegasi b inauguró una rápida carrera a la caza de más y más planetas. En los últimos años se han ido multiplicando y refinando las técnicas de medida, adaptando la instrumentación a este tipo de observaciones, haciendo que tal caza sea cada vez más certera y fructífera.

Gracias a los telescopios progresivamente más potentes y al desarrollo de instrumentación específica de detección de planetas, durante los 15 primeros años transcurridos desde la detección de 51 Pegasi b se han detectado sistemas planetarios en torno a más de 300 estrellas. En el momento de escribir estas líneas (febrero de 2010), el número total de planetas extrasolares descubiertos asciende a 429.

51 Pegasi b tiene una masa que es, como mínimo, la mitad de la de Júpiter (es decir unas 150 veces la masa de la Tierra), pero está mucho más cerca de su estrella que Mercurio del Sol. Su periodo orbital es tan sólo de unos 4 días terrestres y, al estar tan cerca de su estrella, la temperatura superficial de este planeta debe estar por encima de los 1000 C, de forma que es muy posible que su diámetro (debido al sobrecalentamiento de su atmósfera) sea mayor que el de nuestro Júpiter. Todo planeta del tipo de 51 Pegasi b (con masa comparable a la de nuestro Júpiter y orbitando a corta distancia de su estrella) se denomina «Júpiter caliente».

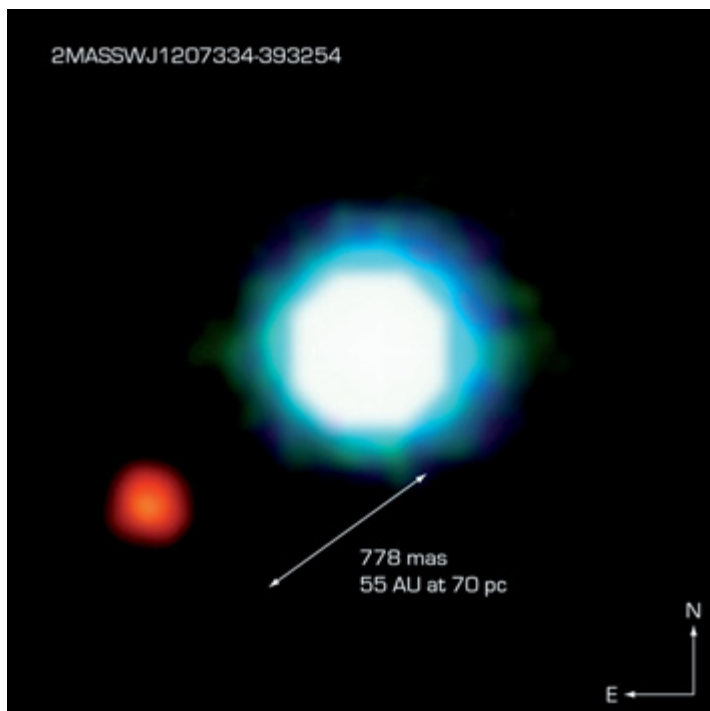


Figura 6. *La primera detección de un planeta mediante imagen directa se logró en la estrella enana marrón 2M1207 | ESO.*

Destaquemos algunos hitos importantes en la carrera de hallazgos de exoplanetas. Por ejemplo, en 1996 se descubrió en la estrella (de tipo G1V) 47 Ursae Majoris un planeta masivo pero con un radio orbital de 2,1 unidades astronómicas (UA)¹. Éste fue el primer planeta de tipo Júpiter con largo periodo (del orden de unos tres años terrestres) descubierto en una estrella enana de la Secuencia Principal, es decir similar a nuestro Sol (que es del tipo G2V) en muchos aspectos.

En 1999 se confirmó la detección de tres planetas de tipo Júpiter en Úpsilon Andromedae, haciendo de este sistema el primero múltiple reconocido.

También en 1999 asistimos a la detección del primer exoplaneta mediante la técnica de los tránsitos, fue HD 209458 b, que había sido descubierto previamente por el método de la velocidad radial (Charbonneau et al. 2000). Dos años después, el telescopio espacial Hubble detectaría la atmósfera de este planeta mediante espectroscopía.

En el año 2000 se descubrió el planeta extrasolar más cercano de los conocidos. Se encuentra a tan sólo 10 años luz de la Tierra, su nombre es Epsilon Eridani b y es tan sólo una vez y media más masivo que Júpiter. La existencia de tal planeta fue confirmada mediante medidas astrométricas realizadas por el telescopio espacial Hubble en el año 2006.

¹ Una Unidad Astronómica (UA) es la distancia media de la Tierra al Sol, esto es 149,6 millones de kilómetros (unos 8 minutos-luz).

En 2003, el telescopio espacial Hubble confirmó la presencia de un planeta en el sistema binario PSR B 1620-26 compuesto de un púlsar y una enana blanca, es decir estrellas muy evolucionadas (o mejor deberíamos decir «residuos de estrellas») que tienen una edad estimada del orden de 12.700 millones de años (la edad del universo es de 13.700 millones de años). Estas medidas sugieren, pues, que los planetas pueden sobrevivir larguísimos periodos de tiempo.

En abril de 2005, el Observatorio del Hemisferio Austral (ESO) anunció la detección de un planeta mediante imagen directa con el Very Large Telescope (VLT): 2M1207b (ver también Chauvin et al. 2004), un objeto 5 veces más masivo que Júpiter situado a unos 55 años luz de la Tierra.

A partir de 2005 se anunciaron las detecciones de varios planetas con masas mucho menores que los anteriores y cada vez más similares a la masa de la Tierra. De entre estos exoplanetas, conocidos como «super-Tierras» cabe destacar a Gliese 876 d y OGLE-2005-BLG-390L b, con masas estimadas de 7 y 5 veces la terrestre, respectivamente. En 2009, el telescopio espacial europeo COROT detectó la super-Tierra menos masiva de las conocidas, se trata del planeta COROT-7 b que tiene una masa de tan sólo 1,7 veces la masa de la Tierra.

En 2008, mediante espectroscopía, se detectó una molécula orgánica (metano) en la atmósfera de HD189733 b. En enero de 2010 se publicó el primer espectro directo de un planeta (HR 8799 c) orbitando en torno a una estrella de tipo solar. Este espectro también posee claros indicios de la presencia de metano en la atmósfera planetaria.

El 19 de octubre de 2009, Michel Mayor anunció la detección de 32 planetas desde el observatorio europeo de La Silla (Chile) utilizando la técnica de la velocidad radial, lo que constituyó un record per se. Este logro nos anticipó de manera espectacular que el número de descubrimientos seguiría aumentando de manera continuada.

Por otra parte, en el momento de escribir estas líneas (febrero de 2010) ya se han detectado, mediante imagen directa, 11 planetas que forman parte de 9 sistemas planetarios diferentes, y cabe esperar que los grandes telescopios ópticos, con espejos de entre 8 y 10 metros, multipliquen este tipo de detecciones en el futuro próximo. Las imágenes directas, seguidas de espectroscopía, son observaciones absolutamente cruciales pues la combinación de ambas técnicas constituye la baza más prometedora para lograr la caracterización detallada de las atmósferas de planetas extrasolares.

7. Estadística

Todas las estadísticas referentes a los planetas extrasolares están afectadas por los fuertes efectos de selección en las muestras de estrellas observadas. Por ejemplo, las estrellas seleccionadas inicialmente para la búsqueda han sido las similares a nuestro Sol (estrellas de los tipos espectrales F, G y K). Y, como hemos visto, las técnicas actuales favorecen la detección de planetas de tipo «Júpiter caliente». Se estima, a partir de estas observaciones, que al menos 2 ó 3 de cada cien estrellas están acompañadas por un planeta gigante con periodo orbital del orden de 100 años o menos.

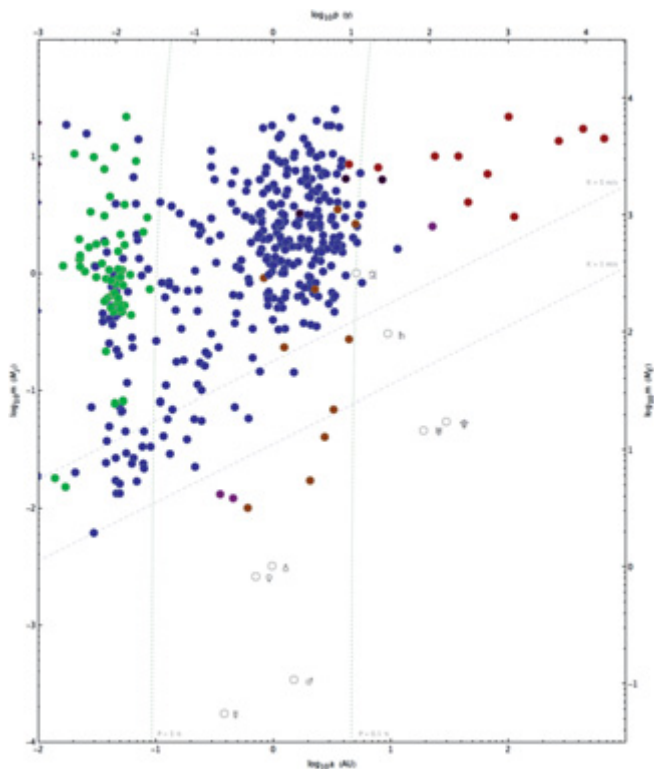


Figura 7. Representación del radio de la órbita frente a la masa para los 429 exoplanetas descubiertos hasta la fecha. Los colores indican el método de detección (azul: velocidad radial, verde: tránsitos, rojo: imagen directa). Para orientación también están representados los planetas del sistema solar (símbolos grises).

Las extrapolaciones a partir de estos datos están sometidas a grandes incertidumbres. Los planetas gigantes de largo periodo y los menos masivos parecen más abundantes que los de tipo «Júpiter caliente», lo que lleva a pensar que quizás la mitad de las estrellas de tipo solar puedan estar rodeadas de sistemas planetarios.

En estrellas radicalmente diferentes del Sol (por ejemplo enanas rojas o gigantes de tipo O) los planetas parecen menos abundantes, pero las observaciones disponibles aún no permiten realizar estadísticas fiables. No obstante, es destacable que algunos planetas hayan sido detectados en torno a estrellas de tipos muy dispares incluyendo enanas rojas (ej. Gliese 876 de tipo M4V), enanas marrones (ej. 2M1207 de tipo M8), grandes estrellas de tipo A (ej. Fomalhaut, alfa Piscis Austrini, de tipo A3V), gigantes anaranjadas y pulsantes (ej. Edasich, Iota Draconis, de tipo K2III) y estrellas de neutrones o púlsares (ej. PSR B1620-26). Estas detecciones son una clara indicación de la amplia ubicuidad de los planetas extrasolares.

Todas las estrellas en las que se han detectado planetas tienen metalicidades (esto es abundancias de elementos pesados, entre ellos el Hierro) relativamente elevadas, lo que indica que la evolución química de la Galaxia produce un incremento paulatino en la formación de planetas.

Sin duda debido a los efectos observacionales que favorecen la detección de planetas muy masivos, en el momento de redactar estas líneas sólo 25 de los 429 exoplanetas conocidos poseen masas inferiores a diez veces la masa de la Tierra. Pero cuando se tiene en cuenta la dificultad extrema de detectar estos exoplanetas poco masivos, la mera detección de estos 25 sugiere que los planetas de tipo terrestre deben ser muy comunes.

8. A la búsqueda de otras *Tierras*

El siguiente reto que se plantea es, pues, la detección de planetas que sean de tipo terrestre, pequeños planetas rocosos en los que se den las condiciones idóneas para el desarrollo de vida. En el año 2009 la NASA lanzó el telescopio espacial Kepler con la misión específica de explorar muy detalladamente una pequeña región de la Vía Láctea y examinar millares de estrellas con el fin de detectar y caracterizar planetas de tipo terrestre e incluso menores. Siguiendo razonamientos estadísticos, se espera que Kepler llegue a localizar más de un centenar de tales tierras.

Hay varios proyectos desarrollándose para continuar observando planetas desde el espacio. La NASA tiene previsto el Terrestrial Planet Finder y la ESA el Darwin, ambos observatorios están siendo diseñados para incluir varios telescopios que realizarán observaciones de interferometría, de esta manera se espera poder obtener buenas imágenes de

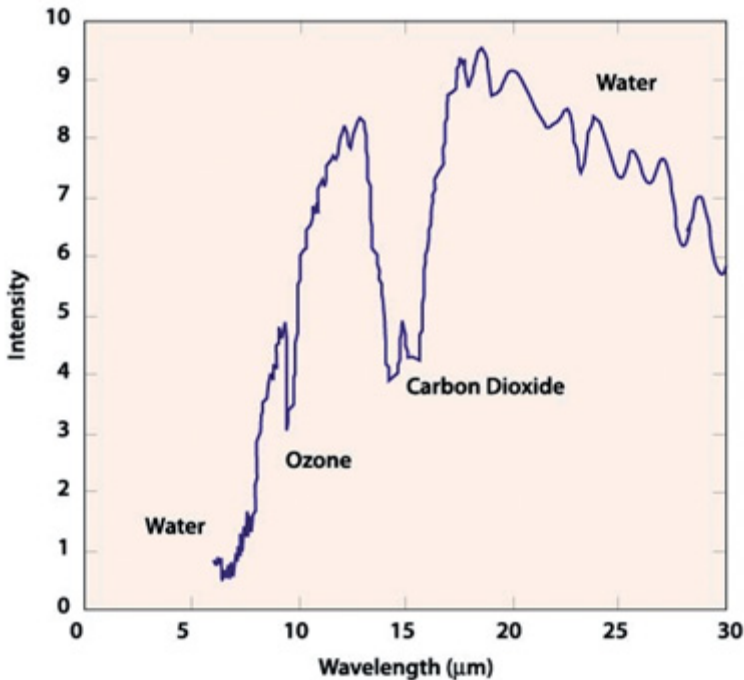


Figura 8. Simulación del espectro infrarrojo de absorción tal y como podría ser observado hacia un planeta similar a la Tierra. La luz estelar es absorbida por las capas superficiales del planeta que pueden dejar la marca del agua (indicador de la presencia de océanos), del dióxido de carbono (indicador de la atmósfera) y del ozono que confirmaría grandes cantidades de oxígeno (que podría haber sido producido por la existencia de vida) | NASA.

los sistemas planetarios más cercanos a la Tierra. Sin embargo, ninguno de estos dos observatorios será puesto en órbita antes del año 2016.

Como hemos mencionado más arriba, además de la imagen directa, los estudios espectroscópicos de los planetas de tipo terrestre también revisten un gran interés. Tales estudios pueden permitir la detección de agua, ozono, dióxido de carbono y de otros compuestos relacionados con la vida en las atmósferas planetarias. La posible detección de cantidades substanciales de tales gases en uno de estos planetas sería un indicio firme de que contiene vida.

9. Conclusión y consideraciones finales

La detección de tantos planetas extrasolares estimula enormemente nuestra imaginación y, como siempre que se realiza un descubrimiento nuevo, nos plantea un gran número de enigmas e interrogantes. De entre todas las preguntas que se suscitan, la que sigue revistiendo un mayor interés es la referente a la posibilidad de vida en otros mundos.

En primer lugar subrayemos que varios de los planetas detectados se encuentran en las zonas de habitabilidad de sus estrellas, lo que sugiere que podrían albergar vida del tipo de la terrestre.

Por otra parte, aunque la mayor parte de los exoplanetas conocidos son planetas gigantes más parecidos a Júpiter y Saturno que a nuestra Tierra, nada sabemos de los satélites que podrían orbitar en torno a tales exoplanetas. Siguiendo un paralelismo a nuestro sistema solar, algunas de tales lunas podrían ser similares a Titán, Europa o Encelado, o incluso más «habitables», es decir podrían ser lugares idóneos para albergar vida de tipo terrestre.

Finalmente, señalemos que el estudio de los organismos extremófilos en nuestro planeta nos indica que los límites de las condiciones precisas para la vida pueden ser más amplios que lo que pensábamos hasta la fecha. En efecto, la vida microbiana presenta una grandísima capacidad de adaptación a medios ambientes muy diversos que incluyen tanto los extremadamente calientes como los muy fríos, o los extremadamente secos, o los desprovistos de agua, o los sometidos a presiones enormes (en el fondo de los océanos). Las arqueobacterias que habitan en las aguas de altísima acidez del río Tinto ofrecen un ejemplo próximo de los amplios márgenes en los que puede prosperar la vida. Difícilmente podían imaginarse estos extremos de la vida hace tan sólo unos años y, de manera análoga, cabe especular que puedan darse otros modelos biológicos en ambientes extraterrestres.

Aunque muy incompletas, las estadísticas disponibles nos indican que en la Vía Láctea podría haber 100.000 millones de estrellas acompañadas por planetas y, como hemos visto, existe una alta probabilidad de que muchos de estos planetas se encuentren en zonas habitables y de que, tanto éstos como otros situados en regiones más inhóspitas, posean satélites con condiciones adecuadas para albergar algún tipo de vida. Además en muchos de estos mundos la vida podría adoptar formas significativamente diferentes de la que nos resulta familiar en la Tierra.

Pero ciñéndonos a lo que conocemos, cabe esperar que la vida más abundante en el universo sea la microbiana. Parece plausible que, tan sólo en nuestra Galaxia, haya millones de planetas con algún tipo de vida rudimentaria. Aunque la probabilidad de que la evolución de la vida a formas complejas fuese pequeña, cabría esperar que haya cientos o miles de civilizaciones en la Vía Láctea.

¿Estamos solos en el universo? Gracias a las nuevas técnicas de observación, tanto desde la Tierra como desde el espacio, las próximas décadas ofrecerán al hombre una relación progresivamente más estrecha con el cosmos. La detección de planetas extrasolares no ha sido más que la primera de una apasionante e impredecible serie de aventuras.

BIBLIOGRAFÍA

- Bachiller, R. 2009. *Astronomía. De Galileo a los telescopios espaciales*. Ed. Lunweg, Madrid.
- Bertout, C. 2008. *Naissance et évolution des systèmes planétaires*. Ed. Flammarion (Champs), Paris.
- Boss, A. 1998. *Looking for Earths. The Race to Find New Solar Systems*. John Wiley and Sons. Eds., New York.
- Charbonneau, D., et al. 2000, *Astrophys. J.* 529, L45.
- Charbonneau, D., Brown, T., Burrows, A., Laughlin, G. 2006. *When Extrasolar Planets Transit Their Parent Stars. Protostars and Planets V*. University of Arizona Press., Tucson.
- Chauvin et al. 2004, *Astron. and Astrophys.* 425, L29.
- Jáuregui, J. A. 2003. *La vida es juego*. Ed. Belacqui, Barcelona..
- Lamb, D. 2001 *The Search for Extraterrestrial Intelligence: A Philosophical Inquiry*. Routledge Eds., London.
- Mayor, M. and Frey, P.Y. 2001. *Les nouveaux mondes du cosmos*. Editions du Seuil, Paris.
- Mayor, M., and Queloz, D. 1995. *Nature* 378, 355.
- Schneider, J. 2010. *Interactive Extra-solar Planets Catalog. The Extrasolar Planets Encyclopedia*. <http://exoplanet.eu/catalog.php>.
- Wolszczan, A., Frail, D.A. 1992. *Nature* 355, 145.

EL CÁNCER ORAL: IMPLICACIONES PREVENTIVAS Y DIAGNÓSTICAS

DR. D. ANTONIO BASCONES MARTÍNEZ

Académico de Número de la Real Academia de Doctores de España
Catedrático de Medicina Bucal y Periodoncia de la Universidad Complutense

CONCEPTO DE NEOPLASIA

Una neoplasia es una proliferación incontrolada de células somáticas producto de un cambio irreversible en las mismas. El exceso de tejido persiste aunque cese el estímulo, y esto es lo que las diferencia de otras lesiones de tipo irritativo, en las que al desaparecer el estímulo, el exceso de tejido desaparece. Las neoplasias se clasifican en benignas y malignas.

Una neoplasia benigna es una neoplasia que permanece localizada y no invade tejidos adyacentes ni se disemina por el resto del cuerpo; mientras que una neoplasia maligna invade y destruye tejidos y es capaz de diseminarse y hacer metástasis. La metástasis es la capacidad de las células cancerosas de penetrar en los vasos sanguíneos y linfáticos, ser transportadas a través de la circulación sanguínea, y después crecer en un nuevo foco (metástasis) en tejidos normales de otra parte del cuerpo.

MUCOSA ORAL

Es una estructura anatómica compleja de consistencia variable que tapiza toda la cavidad oral y que tiene grandes diferencias topográficas, así como diferentes funciones orgánicas; pero aún así constituye una única unidad morfofuncional. Siempre va a estar humedecida por la saliva.

Su color normalmente es rosa brillante; aunque depende del grosor del epitelio, de la queratinización epitelial, de la pigmentación melánica y del tono de la red vascular.

HISTOLOGÍA DE LA MUCOSA ORAL

La mucosa oral está constituida por un epitelio, una lámina basal, una lámina propia o corion, y la submucosa.

El epitelio consta desde la superficie a la zona interna de un estrato córneo, un estrato granuloso, un estrato espinoso y un estrato basal.

La lámina propia o corion proporciona un soporte y alimentación al epitelio. Está constituida por el corion papilar y el corion reticular, y contiene diferentes elementos celulares, como fibroblastos, macrófagos, mastocitos y leucocitos. Además encontraremos fibras colágenas, reticulares, elásticas, oxitalán y elasmínicas, todo ello envuelto por la sustancia fundamental.

CÁNCER ORAL

a. Datos epidemiológicos del Carcinoma Oral

En el año 2002, se diagnosticaron 500.000 casos nuevos de cáncer oral en el mundo. De todos ellos, el 50% morirán antes 5 años.

En España se registraron 4.600 nuevos casos de cáncer oral, 3.555 tumores de hígado y 2.718 leucemias. La incidencia en nuestro país es de 12.9 casos por 100.000 habitantes, y en el País Vasco es de 13.4 casos por 100.000 habitantes.

Estos datos reflejan un número de casos muy elevado, con una mortalidad muy alta, que podría reducirse si el diagnóstico precoz fuese adecuado, ya que la cavidad oral es una zona accesible y relativamente fácil de explorar por profesionales entrenados para ello, y además el cáncer oral tiene buen pronóstico si es tratado precozmente. Esta exploración permitiría un diagnóstico y tratamiento más precoces, con el consiguiente aumento de la supervivencia.

El cáncer es una de las causas principales en la mortalidad y morbilidad de la población general y es muy importante destacar que la prevención y el diagnóstico precoz son la base del éxito en el control de la enfermedad.

Se debe tener en cuenta que el 80-90% de las neoplasias se relacionan con factores externos, y que el 35% tienen relación con la alimentación. Además, es importante recordar que la mayoría de los tumores malignos tienen una latencia de 10-20 años.

En cuanto a la epidemiología del cáncer oral, resaltamos que la incidencia del cáncer oral aumenta a partir de los 40 años, que la proporción hombre-mujer es de 2:1, y que actualmente está registrándose un incremento de la incidencia en jóvenes y mujeres debido a la mayor exposición a factores de riesgo como el tabaco (Figura 1).

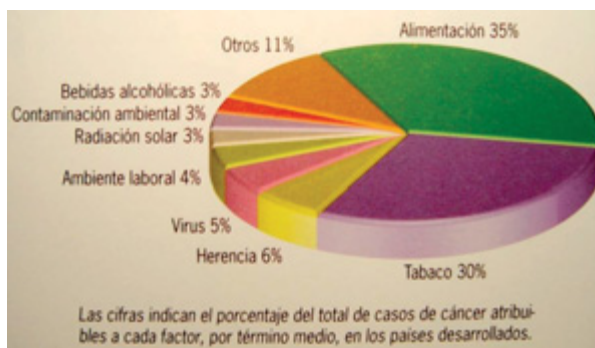


Figura 1. Factores de riesgo.

b. Sintomatología del cáncer oral

La sintomatología del cáncer oral no es muy evidente, siendo en ocasiones asintomático, o apareciendo un dolor leve, dificultad para hablar o tragar, halitosis y dolores referidos.

Existen zonas denominadas como de alto riesgo en la cavidad oral, debido a la mayor frecuencia con que aparece el cáncer oral en ellas; estas zonas son el labio inferior, el suelo de boca, la superficie ventral y lateral de la lengua, las regiones retromolares y el paladar blando. Por ello, estas zonas deben ser cuidadosamente exploradas en busca de lesiones.

c. Lesiones y estados precancerosos

Existen lesiones precancerosas, y estados precancerosos, que se han relacionado con una mayor frecuencia de transformación en lesiones malignas a nivel oral. Éstas se resumen en la Tabla 1.

TABLA 1. *Lesiones y estados precancerosos (Scully 1993)*

Lesiones precancerosas	Estados precancerosos
Leucoplasia	Fibrosis oral submucosa
Eritroplasia	Síndrome de Plummer-Vinson
Queilitis actínica	Sífilis
Lupus eritematoso	Déficit de Vitamina A
Liquen plano oral	Cirrosis Hepática
	Xeroderma pigmentoso
	Disqueratosis congénita

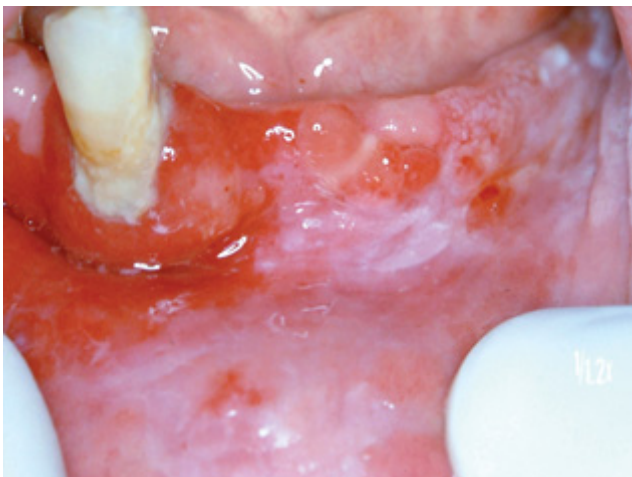


Figura 3. *Eritroleucoplasia*

c.1. *Liquen plano oral*

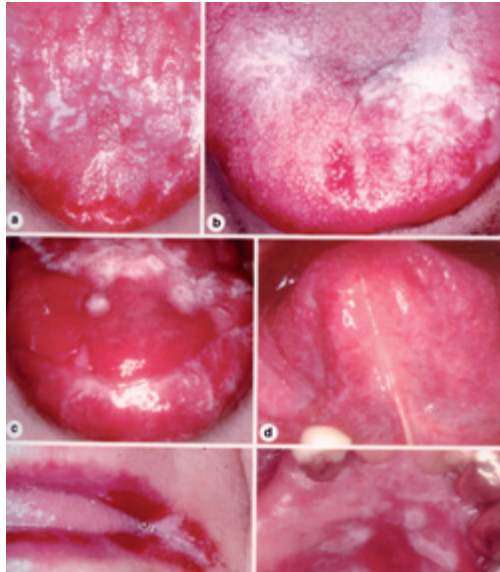


Figura 2. *Diferentes formas clínicas del liquen plano*

Es una enfermedad inflamatoria poco común que afecta la piel y la mucosa oral, de causa desconocida aunque puede estar asociada a una reacción alérgica o inmunitaria.

Existen diferentes formas clínicas, la forma reticular es la más común, y se caracteriza por la aparición de estrías blanquecinas llamadas estrías de Wickham. Menos frecuentes son las formas erosivas, que se presentan como zonas rojizas y eritematosas que se ulceran y son dolorosas.

En cuanto a la histología de esta lesión, podemos encontrar signos que la caracterizan, como un infiltrado inflamatorio en banda, la presencia de linfocitos T y cuerpos coloides o de Civatte.



Figura 5. *Liquen plano oral erosivo*



Figura 6. *Liquen plano oral erosivo*

c.2. Leucoplasia

La leucoplasia oral se define como un parche o placa blanca que no puede ser caracterizada clínica o histopatológicamente como ninguna otra enfermedad.

El diagnóstico clínico se basa más en la exclusión de otras lesiones blancas de la mucosa oral que en sus propias características macroscópicas. Al diagnóstico definitivo se llega valorando las características clínicas junto con su correlación histopatológica. El riesgo potencial de malignización de una leucoplasia con displasia es 5 veces mayor que una sin displasia. Por tanto, la biopsia de la lesión es necesaria y servirá para guiar el tratamiento.

Es una lesión relacionada con el hábito tabáquico, puesto que se ha observado una buena evolución de la misma tras al eliminación de este hábito.

En cuanto a las localizaciones preferentes de esta lesión, en la Tabla 2 observamos los lugares de aparición ordenados de mayor a menor frecuencia.

TABLA 2. Localizaciones de la Leucoplasia

Frecuencia	Localización
35,7%	Mucosa yugal
25%	Zona retrocomisural
15%	Paladar
7%	Reborde alveolar
7%	Labio
6%	Lengua
2%	Encía superior
1,5%	Suelo de la boca
35,7%	Mucosa yugal

Existen leucoplasias homogéneas y no homogéneas. Las leucoplasias homogéneas representan la forma clínica más frecuente; son lesiones blancas, de consistencia firme, con poco espesor y una superficie que puede ser lisa o arrugada. Presentan un bajo riesgo de malignización. Por el contrario, las leucoplasias no homogéneas son lesiones predominantemente blancas, con una superficie irregular, nodular, exofítica o verrucosa. Presentan un mayor riesgo de desarrollar displasia y transformación maligna. Dan lugar a una sintomatología inespecífica que incluye escozor, malestar y tirantez en la zona.

PÉRDIDA DEL CONTROL DEL CRECIMIENTO NORMAL CELULAR

En los tejidos normales, las tasas de crecimiento de nuevas células y la muerte de células viejas se mantienen en equilibrio. En el caso del cáncer, este balance se altera. Esta alteración puede ocurrir como resultado de un crecimiento celular descontrolado o de la pérdida de una habilidad de la célula de someterse a suicidio celular mediante un proceso conocido como «apoptosis».

Durante el desarrollo del cáncer de la piel, el balance normal entre la división celular y la pérdida celular se altera. Las células basales ahora se dividen más rápidamente de lo que es necesario para reemplazar a las células que se están desprendiendo de la superficie de la piel. Cada vez que una de estas células basales se divide, las dos células recientemente formadas frecuentemente retienen la capacidad para dividirse, lo que conduce a un aumento en el número total de células con capacidad para dividirse

Si la tasa de división celular es relativamente rápida y no hay señales de «suicidio» en su lugar para activar la muerte celular, el tumor crecerá rápidamente de tamaño; si las células se dividen más lentamente, el crecimiento del tumor será más lento. Sin importar la tasa de crecimiento, los tumores finalmente aumentan de tamaño debido a que nuevas células se están produciendo en cantidades mayores de lo que es necesario. A medida que más y más de estas células con capacidad para dividirse se acumulan, la organización normal del tejido gradualmente se altera.

Los cánceres son capaces de diseminarse a través de todo el cuerpo mediante dos mecanismos: invasión y metástasis. La invasión se refiere a la migración y penetración directas de las células cancerosas en los tejidos vecinos. La metástasis se refiere a la habilidad de las células cancerosas para penetrar dentro de los vasos linfáticos y sanguíneos, circular a través del torrente sanguíneo y después invadir los tejidos normales en otras partes del cuerpo.

Dependiendo de si ellos se pueden diseminar o no por invasión y metástasis, los tumores se clasifican como benignos o malignos. Los tumores benignos son tumores que no se pueden diseminar por invasión o por metástasis; por lo tanto, ellos sólo crecen localmente. Los tumores malignos son tumores que son capaces de diseminarse por invasión y por metástasis.

FORMAS CLÍNICAS DEL CÁNCER ORAL

El cáncer oral puede presentarse clínicamente de forma vegetante, ulcerada o mixta.

En ocasiones, va a ser difícil diferenciar las lesiones benignas de las lesiones malignas.

Podemos encontrar también lesiones premalignas, y lesiones ulcerosas inespecíficas. En cuanto a ellas, es importante tener en cuenta que el 25% de las lesiones reactivas benignas presentan datos de displasia epitelial.

Histológicamente, los cambios que nos van a indicar esa transformación maligna, son las presencia de atipias celulares en primer lugar, disqueratosis y displasia, que puede ser leve, moderada, severa o un carcinoma in situ.

FACTORES IMPLICADOS EN LA CARCINOGENÉISIS

1. Tabaco

Es el principal factor de riesgo asociado al desarrollo de lesiones premalignas y del cáncer oral, en especial del carcinoma epidermoide.

Ocho de cada diez pacientes con cáncer oral son fumadores de tabaco en sus diversas formas, cigarrillos, puros, tabaco de mascar, tabaco en pipa, etc.

Los componentes más carcinogénicos del tabaco son la N-nitroso-nor-nicotina, hidrocarburos aromáticos polinucleares y sustancias radiactivas, que son perjudiciales localmente y favorecen la absorción de sustancias carcinógenas.

2. Alcohol

Es un factor independiente que tiene una acción sinérgica multiplicativa con el tabaco.

Cuanto mayor es el consumo de alcohol mayor es el riesgo de padecer lesiones precancerosas y cáncer oral.

3. Estilo de vida

Van a influir principalmente la dieta y la exposición a carcinógenos como el mate, la nuez de betel o el hábito de fumar invertido.

4. Factores dentales

Se dice que la dentición en mal estado, las prótesis mal adaptadas o antiguas y los dientes rotos o astillados pueden tener una influencia en la génesis de lesiones malignas; pero esto es muy difícil de valorar

5. Factores ambientales

Químicos: El tabaco incrementa 20 veces el RR y la combinación con alcohol hasta 100.

A pesar de la influencia de todos estos factores, se dice que «No tiene cáncer oral quien quiere, sino quien puede», haciendo referencia a que, aún en presencia de estos factores de riesgo, no todos los pacientes van a desarrollar un carcinoma.

RECOMENDACIONES

1. Hacer ejercicio físico.
2. Evitar el sedentarismo y la obesidad.
3. Reducir la exposición solar.
4. Utilizar siempre protectores solares.
5. No consumir tabaco: Existe más riesgo cuanto más se fuma, más riesgo cuanto más tiempo se fuma y más riesgo cuanto más pronto se empieza a fumar. El tabaquismo no es un hábito, es una drogadicción.
6. Hacer revisiones orales periódicas.

7. Explorar bien toda la cavidad oral.
8. Mantener una buena hidratación de la mucosa oral.
9. Evitar la xerostomía.
10. Consumir frutas y verduras: El aumento del consumo de vegetales en España, evitaría el 41% del cáncer orofaríngeo. (*Sanchez et al, Oral Oncology, 2003*).
11. Consumir cereales no procesados.
12. Consumir pescado.
13. Reducir el consumo de carne roja.
14. Reducir el consumo de grasas.
15. Llevar una dieta saludable, dieta mediterránea.
16. Mantener una buena salud oral.
17. Mantener una buena higiene oral.

EXAMEN BÁSICO DE LA CAVIDAD ORAL

Un examen de la cavidad oral debe incluir las siguientes etapas:

1. Examen de los labios.
2. Examen del aspecto interno labial.
3. Examen de las cadenas ganglionarias: cadenas submandibulares, cervicales y yugulodigástricas.
4. Visión global de la cavidad bucal.
5. Examen de mucosa yugal izquierda y derecha.
6. Examen del vestíbulo.
7. Suelo de boca (zona de alto riesgo).
8. Examen de la superficie ventral de la lengua.
9. Examen de la superficie dorsal de la lengua.
10. Bordes laterales de la lengua derecho e izquierdo.
11. Exploración del paladar

CARCINOMA EPIDERMÓIDE

Es el tumor más frecuente en la cavidad oral.

Tiene una etiología multifactorial como se ha visto, e influyen, tanto la susceptibilidad del huésped, como el consumo de tabaco, el consumo de alcohol, la presencia de traumatismos crónicos, la dieta, las infecciones, la exposición a radiaciones, el estado de salud

oral, la edad y el sexo, las zonas de alto riesgo, las enfermedades de base genética y los virus.

CONCLUSIONES

- El cáncer oral se cura totalmente con un diagnóstico precoz.
- El diagnóstico sólo necesita una correcta exploración y a lo sumo, en caso de sospecha una biopsia.
- El diagnóstico es muy barato, rápido y sencillo. La prevención está muy bien establecida (tabaco, alcohol, higiene, alimentación, irritantes).

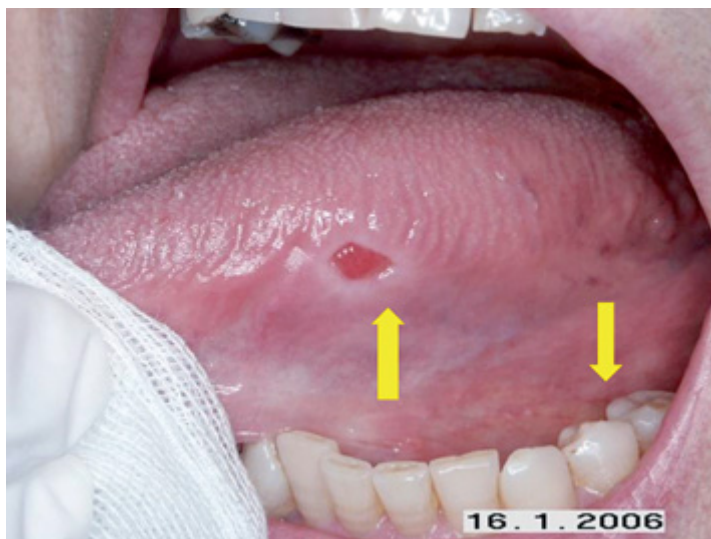


Figura 4. Úlcera lingual

LA RESPONSABILIDAD PROFESIONAL DEL MÉDICO

DR. D. FERNANDO BENZO MESTRE

Académico de Número de la Real Academia de Doctores de España

Dice el Diccionario de la Real Academia Española que: «responsabilidad es la deuda, obligación de reparar y satisfacer, por sí o por otro, a consecuencia de un delito, de una culpa o de otra causa legal, así como el cargo u obligación moral que resulta para uno del posible yerro en cosa o asunto determinado.»

La responsabilidad es, pues, un precepto legal y moral, que nos obliga a ser consecuentes con los resultados, normales o anormales, de nuestros actos, y una norma social, que pone orden en las conductas humanas, Una sociedad de irresponsables es una colectividad donde reina el desorden y la impunidad.

Por ello, ha podido decir un sociólogo y moralista que la anarquía está en todas partes cuando la responsabilidad no está en ninguna.

Vivimos, más cada vez, en una sociedad de profesionales, es decir, de personas que practican habitualmente una actividad, incluso delictiva, de la cual vive. El parásito, persona a quien la Academia Española define como el que vive a costa ajena, es, afortunadamente, un ciudadano a extinguir.

Por ello, el estudio de la responsabilidad profesional es un tema ubicuo, que está presente al mismo tiempo en todas partes y que nos afecta a todos.

El ordenamiento jurídico, con mayor o menor rigor, con más o menos casuismo, viene regulando la responsabilidad de todos por sus actos y omisiones en general, y la de los profesionales en particular, tanto en el orden civil, como en el penal.

En este ciclo de conferencias, promovido por la Sección de Derecho de la Real Academia de Doctores de España, sobre diferentes aspectos de la responsabilidad civil de los profesionales, se han abordado ya su teoría general y la de diversas actividades concretas. Yo no voy a repetir consideraciones ya formuladas y me voy a ceñir al aspecto singular de la Responsabilidad Profesional del Médico.

El doctor Gregorio Marañón, gloria de las ciencias y de las letras españolas, como proclama la placa colocada en la fachada de la casa donde vivió y murió, no fue solamente un eminente médico, sino, además, un gran humanista de rigurosos criterios deontológicos.

En el prólogo de un libro dedicado al tema que nos ocupa, afirmaba el Dr. Marañón que el que exista una responsabilidad en el médico, nadie puede dudarla, nadie lo ha dudado nunca y esta responsabilidad jamás ha dejado de existir. El médico estudia largos años para aprender a curar. Es pagado por el propio enfermo, por el Estado, o por las entidades benéficas, y está, por lo tanto, sometido a los mismos deberes y a las mismas posibles sanciones que cualquier otro profesional. Y es tal la trascendencia de su misión que cabe exigirle su buen cumplimiento por razones mucho más poderosas que las que se derivan de otros contratos.

Considera el Dr. Marañón que casi nunca puede exigirse a un médico responsabilidad por insuficiencia técnica en su ejercicio profesional, por la fundamental razón de que la Medicina es una ciencia inexacta, que está todavía en los comienzos de su evolución propiamente científica. Y lo es, sobre todo, y lo será siempre, porque, aun cuando llegue el día en que conozcamos las causas de todas las enfermedades y aun cuando lleguemos a saber el medio específico de combatir cada una de estas causas, existirá siempre el factor reaccional del individuo enfermo, infinitamente variable e imposible de acomodar a previas normas, y ese factor convierte todo tratamiento, aun el más rigurosamente exacto, en un azar, cuyo margen de posibilidades de error se puede, a fuerza de estudio y de experiencia, disminuir, pero nunca eliminar.

El Dr. Marañón cita, como casos vividos por él, el de un sífilítico seguro en el que, sometido a una dosis prudentísima de Salvarán, se produjo una encefalitis tóxica que le situó fuera de la vida activa, el de un joven diabético, diagnosticado con toda corrección y tratado con la mayor cautela, que sufrió un coma hipoglucémico gravísimo que dejó hemipléjico al paciente, y el de un síncope mortal en un hombre robusto, afecto de uretritis blenorragica, después de la inyección de una dosis casi insignificante de vacuna.

Caso distinto es el de la insuficiencia notoria, por parte del médico, de un determinado conocimiento diagnóstico o terapéutico, o de la imprudencia o timidez en la aplicación del tratamiento mismo, de lo que resulta un mal, incluso la muerte del paciente.

Sin embargo, estos supuestos de error médico son, curiosamente, los que menos veces han dado origen a cuestiones de responsabilidad, por la obvia razón de que la familia, o el propio enfermo, raramente son conscientes de la posible equivocación.

Muchos hemos leído aquel magnífico cuento de Turgueniev, en el que un médico, al salir aterrado por la certidumbre de haber dejado morir a un niño enfermo, al que no había diagnosticado acertadamente, recibe un agradecido apretón de manos de la llorosa madre, convencida de que su hijo murió por la voluntad divina, a pesar de los denodados esfuerzos del benéfico doctor.

Desde que existe la profesión médica ha estado en la conciencia social el imperativo de unos rigurosos mandamientos éticos, en una actividad que a todos nos afecta, en cuanto la salud es el mayor y más apreciado tesoro del ser humano. A lo largo de la vida nos balanceamos de la sanidad a la enfermedad y luchamos por mantener el equilibrio entre ambas. Y así dijo Aristóteles que la salud es la justa medida entre el calor y el frío.

El hombre ha buscado siempre una fórmula mágica para mantenerla, desde el prudente consejo de Cervantes: «Come poco y cena más poco, que la salud de todo el cuerpo se

fragua en la oficina del estómago», hasta la consideración de Horacio: «Si estás bueno del estómago, y no te duele ningún costado y puedes andar con tus pies, ninguna otra cosa mejor te podrían añadir todas las riquezas de los reyes».

Pero la salud, como todos los grandes bienes humanos, no se mantiene por sí sola y declina con el tiempo y con las enfermedades y, para conservarla necesitamos de otros hombres, que han hecho de la ciencia de la salud su profesión y ministerio. Y así, el médico surge en todas las culturas como el profesional más prestigioso y, a la vez, el más admirado y el más temido, el más alabado y el más zaherido. Desde quienes le atribuyen una misión casi sacerdotal—Petronio dirá que el médico es un consolador de las almas—, a quienes le contemplan con escepticismo* —Shakespeare reflexiona que la vida puede prolongarse con la medicina, pero la muerte se adueñará también del médico—, hasta quienes se enfrentan a la dura realidad de la caducidad de la vida terrenal —Goethe, en su obra Fausto, exclama que es fácil comprender que el espíritu de la medicina es estudiar a fondo el mundo grande y pequeño, para dejar que, en definitiva, discurran las cosas como Dios quiera.

El médico es —nos guste o no— un inevitable compañero de viaje a lo largo de nuestro incierto y azaroso caminar por la vida y tenemos que pedir su consejo y ayuda para mantenernos en ella el mayor tiempo posible y en las más óptimas condiciones. Por ello su misión es, junto a la del sacerdote de cualquier creencia, la más apreciada y a la que se le exige una mayor responsabilidad, tanto técnica como ética. El médico se ha sentido siempre depositario de una tarea humanística que le exige un espíritu de servicio a sus dolientes hermanos.

Ya en el siglo V antes de Cristo, Hipócrates, el más famoso médico de la Grecia antigua, fundó una ética y una moral médicas, explícitas en su famoso Juramento.

«Juro por Apolo médico y por Asclepio y por Higia y por Panacea y todos los dioses y diosas que cumpliré, según mi capacidad y mi criterio, este juramento. Me serviré del régimen que tienda al beneficio de los enfermos. No daré ninguna droga letal a nadie. A ninguna mujer daré pesario abortivo. Cada vez que entre en una casa no lo haré sino para bien de los enfermos, absteniéndome especialmente de trato erótico con cuerpos femeninos o masculinos. Si viviese u oyese algo que jamás deba ser revelado me callaré, considerando como secreto todo lo de este tipo. Si observo este juramento sin quebrantarlo séame dado gozar de esta vida y de mi arte y ser honrado entre los hombres, más si cometo perjurio succédame lo contrario.»

Maimónides, médico y filósofo judío español, compuso, ya en el siglo XII de nuestra Era, una oración en la que pide a Dios que llene su alma de amor por su arte, que no admita que la sed de ganancias o el afán de gloria le influencien en el ejercicio de su profesión. Que no vea en el hombre más que al que sufre, que mi espíritu se mantenga claro junto al lecho del enfermo. Que mis pacientes tengan confianza en mí. Que aleje del lecho de mis pacientes a los charlatanes y parientes que saben siempre todo. Que me otorgue la paciencia necesaria al lado de los pacientes apasionados y groseros. Y me dé fuerza y voluntad para ampliar mis conocimientos.

A lo largo de los tiempos y los países, Estados y agrupaciones han producido normas para conseguir estos deseos y para regular, proteger y exigir a los médicos el ejercicio técnico y ético de su actividad profesional.

En España, el Consejo General de Colegios Médicos promulgó, en 1.999, un Código de Ética y Deontología Médica que, en sus cuarenta y un artículos, regula la Deontología médica y atribuye a la Organización Médica Colegial la promoción y desarrollo de la Deontología Profesional.

No se trata aquí, porque ésto es sólo una conferencia y no un curso de estudios jurídicos, de exponer exhaustivamente el contenido del Código. Me limitaré a comentar los principales puntos de la ética médica, según los que la han estudiado, así como su interpretación por algunos Tribunales de Justicia.

Dividiré mi exposición en tres grandes apartados. El primero comprende los deberes que son exigibles al profesional médico en el ejercicio de su profesión. En el segundo expondré la objetivación genérica de la responsabilidad profesional. Y en el tercero hablaré de la supervivencia de la culpa como factor de atribución de responsabilidad.

Si bien con diferentes matices para cada especialidad, todo médico carga sobre sí con importantes deberes, cuyo incumplimiento engendra responsabilidad. Los deberes que tienen mayor interés con relación a este estudio son, en primer lugar, el deber de guardar secreto de las informaciones que recibiera durante la relación con el cliente.

Uno de los deberes esenciales de los profesionales es el deber de secreto profesional, es decir, el deber de no revelar datos relativos a la situación de su cliente o paciente o a las confidencias que el mismo le hiciera en ocasión de la consulta o cualquier otro acto profesional.

Bien ha dicho MAYAUD que: «La exigencia de secreto tiene una gran dimensión social, que normalmente coloca al obligado a resguardo de la persecución criminal; el secreto porta una gran importancia social, porque representa la confianza indispensable para ciertas relaciones. Significa para el orden social que la discreción y el silencio están asegurados, puesto que tales revelaciones se inscriben en una particular relación de confianza. Es en ese sentido que los médicos, los abogados y los sacerdotes fueron los primeros en ser reconocidos como depositarios de tales secretos, no para que sus funciones se beneficiaran con una legitimidad superior a otras, sino porque ellas representan mecanismos útiles para la misma sociedad».

En lo tocante específicamente al médico, éste tiene el deber y el derecho de guardar secreto de aquellos datos referentes a su paciente que llegaran a su conocimiento con motivo del ejercicio del arte médico. Este deber ha de ser compatible con la obligación de denunciar cualquier delito de acción pública que compete a los médicos y que se encuentra presupuesta en la ley y es, por ende, anterior en el tiempo a la supuesta obligación de reserva que pudiera contraer el facultativo al atender a un paciente.

Es decir, que si existe justa causa de liberación de la obligación de secreto, el profesional puede y debe poner en conocimiento de la autoridad la comisión de un delito. Pero si la misma no existe, la violación de este deber por parte del profesional compromete su responsabilidad, tanto civil como penal, además de anular la comunicación que el galeno hiciera.

La importancia de este deber de secreto es tal que ha sido protegido legalmente en cuanto a su ejercicio y sancionado penalmente en cuanto a su violación.

En segundo lugar está el deber de información y comunicación al cliente, directamente relacionado con el deber de requerir su consentimiento para determinada práctica profesional.

Así como el profesional tiene el deber de callar ante terceros ciertos datos, que le fueron revelados en el marco del secreto profesional —siempre que no configuren delitos de acción pública—, tiene la obligación de comunicar al cliente determinada información.

Con carácter general, LE TOURNEAU afirma que: «una obligación legal de información incumbe a todo profesional hacia cualquier posible contratante», agregando, luego, «especialmente cuando tratan con profanos».

Los deberes del profesional, con respecto a la información que recibe en el ejercicio de su profesión, pueden parangonarse a una moneda: el anverso nos muestra el deber de información que éste tiene para con su cliente, mientras que el reverso es el secreto profesional.

Ambos lados componen un todo cuya conclusión obvia es que el profesional no es el dueño de la información que recibe con motivo de sus actuaciones, ya que no puede divulgarla hacia terceros ni negarle al cliente el conocimiento de su situación legal, estado de salud, etc., según cada caso. Así, luego que el médico informa al cliente de su estado y pronostica su dolencia, le indica cuál es, a su juicio, su tratamiento para, por último, requerir su consentimiento para practicarlo. Por ello se ha dicho que la información del paciente resulta esencial para que éste pueda decidir, siempre que se halle consciente y que la urgencia no sea absoluta.

Es característica común a todas las modalidades de información profesional que su extensión, forma, contenido, nivel de comprensión, restricción, etc., debe adaptarse a cada situación concreta, sobre todo a la naturaleza de la prestación profesional y a las condiciones personales del cliente.

Es así que resulta capital, para la validez del consentimiento prestado por el cliente a la práctica aconsejada, una previa información sobre sus consecuencias, sobre otros cursos de acción posibles y sobre las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.

El problema es que, como ha expuesto brillantemente ROMEO CASABONA, en el XII Coloquio de Derecho, celebrado, en 1993, en la Universidad de La laguna, «el deber de información a los clientes ha tenido, desgraciadamente con demasiada frecuencia, escaso cumplimiento en la práctica y en ocasiones insuficiente acogida en la legislación de algunos países, debido, entre otras razones, a una falta de sensibilidad sobre su trascendencia fáctica y jurídica...»

En tercer lugar, está el deber del médico de informar y comunicar ciertos datos al paciente, directamente relacionados con el deber de requerir su consentimiento para determinada práctica.

PLAZA PENADÉS, ha hecho un interesante juicio al exponer que: «el consentimiento informado se constituye así en un derecho fundamental o derecho humano positivizado, propio, singular y distinguible o diferenciado, siendo además una de las úl-

timas aportaciones realizadas en la teoría de los derechos humanos, y manifestación necesaria o proyección de los clásicos derechos a la vida, a la integridad física, derecho a la libertad personal y de conciencia, y manifestación del principio de libre desarrollo de la personalidad y de la autodisposición, dentro de los límites legales, sobre el propio cuerpo».

Como bien dice PALMIERI, «en el actual panorama de la profesión médica, caracterizada por un alto grado de tecnicismo y de especialización sectorial, el tema de la información al «cliente» o paciente asume una relevancia cada vez más importante desde el punto de vista deontológico».

El Tribunal Supremo, en una Sentencia del año 1995, ha sostenido que: «deontológica y legalmente todo facultativo de la medicina, especialmente si es cirujano, debe saber la obligación que tiene de informar de manera cumplida al enfermo acerca de los posibles efectos y consecuencias de cualquier intervención quirúrgica».

Y un autor de tanto prestigio como BILANCETTI ha llegado a expresar que: «La diligencia atañe, en materia de responsabilidad profesional médica, no sólo a la ejecución de la prestación debida sino también a la debida información, de parte del médico, para permitirle al paciente expresar un consentimiento consciente y eficaz. La información no es sólo un deber deontológico, sino que además constituye un aspecto distinto de la diligencia...».

Debemos aclarar que en varios países de Europa y América, este deber de información ha sido impuesto y desarrollado, sin contar con textos legales específicos, a partir de una jurisprudencia creativa que se fue acumulando capa tras capa, ante la insuficiencia de los textos legales, lo que lo convierte en una obligación social.

Según SAVATIER, el deber de informar o comunicar su situación al paciente, «nace de la especial relación de confianza entre médico y paciente comprendiendo como contenido la información de los extremos de la enfermedad —de manera que el enfermo pueda entenderlo— su tratamiento y la peligrosidad del mismo, si la hubiere, así como la de una intervención quirúrgica».

Como principio, el médico no puede efectuar ninguna intervención o tratamiento sobre el cuerpo de un enfermo sin obtener el consentimiento de éste. Obvio es que para obtener dicho consentimiento, el médico deberá informar al paciente sobre su estado de salud, pronóstico, y ventajas del tratamiento que aconseja; y, también, que para que el consentimiento sea válido, el médico deberá informarle las posibles desventajas del tratamiento, así como los riesgos que él implica.

Por ello, ha dicho con razón PORCHIE que «paralelamente a la obligación técnica de brindar al paciente un tratamiento consciente, atento y conforme a las verdades adquiridas de la ciencia, el médico debe requerir del paciente un consentimiento libre y esclarecido».

Como bien expuso PALMIERI, «el cliente, o mejor dicho el acreedor de la prestación profesional, es puesto más o menos indirectamente en medio de una elección de costo y beneficio, siempre ardua y difícil de comprender, asumiendo los riesgos previsibles. Para la validez de esta opción del paciente resulta fundamental, además de su cultura general, el suministro de información correcta por parte del profesional».

Es una verdad evidente que «todo consentimiento a un acto médico comporta en parte una aceptación de riesgos. Es por ello que el paciente debe estar convenientemente informado sobre aquello a que brinda su consentimiento».

Es obvio, por otra parte, que la profundidad y el caudal de información a suministrar al enfermo debe ser directamente proporcional a la entidad del riesgo que éste asume.

El paciente tiene que saber qué es concretamente lo que está consintiendo, la gravedad de su estado, el motivo de las prácticas que se le aconsejan, la urgencia de realizarlas, su posible evolución en caso de someterse a tales prácticas y en caso de negarse, el alcance de las intervenciones o tratamientos, los riesgos que conllevan, la modalidad, las consecuencias y los posibles efectos secundarios de la intervención médica proyectada y las eventuales alternativas del tratamiento.

La Corte de Casación italiana, en una Sentencia del año 1.994, ha precisado el alcance de esta obligación, afirmando que un consentimiento inmune de vicios no puede formarse sino después de haber tenido el paciente plena conciencia de la naturaleza de la intervención médica o quirúrgica, de su alcance y extensión y de sus riesgos, del resultado que espera conseguirse con ella y de las posibles consecuencias negativas; todo ello presupone una información completa por parte del médico o del cirujano. Sólo entonces el paciente podrá conscientemente decidir si someterse a la intervención u omitirla, efectuando un balance entre las ventajas y los riesgos del acto médico.

La Audiencia de Zaragoza en una Sentencia del año 1.995, en la que se citan dos Sentencias del Tribunal Supremo, de 1.988 y 1.992, resolvió que: «El consentimiento del paciente ha de ser emitido con adecuada información previa de la intervención que se va a hacer y de los riesgos que conlleva, información que ha de ser objetiva, veraz, completa y asequible, de forma que si así se hace, los riesgos quedan asumidos por el paciente que consiente, y, de lo contrario, el facultativo asume el riesgo por sí solo...».

Esta fórmula estereotipada de la exigencia del suministro al paciente de «una información objetiva, veraz, completa y asequible», constituye una constante en la jurisprudencia ibérica y ha sido aceptada como molde o paradigma conceptual por la jurisprudencia del Tribunal Supremo.

Una distinción tradicional de la jurisprudencia francesa otorgaba efectos a la frecuencia estadística del riesgo, y así el médico no debía informar al paciente más que de los riesgos corrientes del tratamiento, y no de aquellos que se produzcan excepcionalmente.

Alguna doctrina había criticado este criterio por su subjetividad y falta de parámetros comparativos serios, lo que producía que el riesgo que, para una Corte de Apelación era considerado excepcional, era visto como corriente por otro Tribunal o entre distintas Salas de una misma Corte.

Pero, en Octubre de 1.997, la Corte de Casación de Francia profundizó su jurisprudencia de los últimos años, que venía agravando cada vez más la obligación de información a cargo de los médicos, proclamando que la información debe ser «leal, clara y apropiada» y debe ser inteligible para el paciente.

Admite explícitamente la jurisprudencia gala algunas excepciones al principio, tales como los casos de urgencia, imposibilidad, y de rechazo del paciente de recibir información; alguna doctrina francesa (SARGOS y LE TOURNEAU-CAIDET) han postulado que existirían otras excepciones implícitas a la regla general de información de todos los riesgos, aunque esta posición no ha ganado demasiados adeptos.

En realidad, ningún texto legal admite una limitación de la información sobre los riesgos del tratamiento, por el hecho de una fragilidad psicológica o espiritual del paciente. El art. 35 del Código deontológico médico francés legitima solamente, en interés del paciente, una disimulación del diagnóstico o del propósito cuando es grave; esta norma podría usarse por vía de interpretación para arribar al resultado que proponen SARGOS y LE TOURNEAU-CADIET, pero en realidad el mentado art. 35 no establece una excepción directa a la exigencia de información.

La Corte de Casación a través del precedente de 1.997, rompió el esquema clásico, reemplazando el criterio cuantitativo o estadístico tradicional, fundado sobre el concepto de riesgo corriente o estadísticamente significativo, por un criterio cualitativo, como es el de la gravedad intrínseca del riesgo de la información.

En fallos posteriores la Casación francesa ratificó anteriores criterios, resolviendo que excepto en casos de urgencia de imposibilidad o de rechazo del paciente a ser informado, un médico está obligado a brindarle una información leal, clara y apropiada sobre los riesgos graves referentes a los estudios y tratamientos que le propone, y precisó que: «el médico no está dispensado de dar información sobre la gravedad del riesgo por el solo hecho de que la intervención sea médicamente necesaria». En similar sentido se ha pronunciado el Consejo de Estado francés, juzgando que la sola circunstancia de que riesgos graves no se produzcan más que excepcionalmente no dispensa a los médicos de la obligación de informar al paciente sobre ellos. Pero, ¿qué información se debe suministrar al paciente? Podría decirse que tanto los Tribunales como la doctrina han sido, mucho más exigentes con los médicos de lo que son las normas de la deontología médica; está dualidad o dicotomía no debe asombrar, pero sí debe ser tenida en cuenta debidamente.

Las normas deontológicas médicas ponen el énfasis en el tratamiento, esto es, en no comunicar al paciente aquellos datos que puedan comprometer la eficacia del tratamiento, minando la confianza en su restablecimiento o mejoría; los fallos judiciales y la doctrina, en cambio, han hecho prevalecer el derecho del paciente a estar al tanto de su estado de salud, pronóstico y expectativas, por sobre otras consideraciones.

En nuestra opinión, debe seguirse una línea intermedia entre ambos extremos: ni liberar al profesional de la debida comunicación, ni exigirle que exponga al paciente a una dolorosa o traumática experiencia psicológica, donde se le comunique fríamente que los riesgos del tratamiento aconsejado son enormes y que, si se cumplen las estadísticas, sus posibilidades son escasas. Este tipo de sesiones son absolutamente contraproducentes desde el punto de vista médico, al minar la confianza del paciente, por lo que el aspecto jurídico del consentimiento informado no debe ser el único a tomarse en cuenta.

Coincidimos, en consecuencia, con el Prof. FERNÁNDEZ COSTALES sobre que deben evitarse dos males: hacer del médico o profesional sanitario un profesional inseguro y del paciente una persona vulnerable.

No puede olvidarse que el conocimiento médico es todavía limitado en punto a los sistemas espontáneos de sanación del cuerpo humano y no debe olvidarse que, por ejemplo, existen mecanismos como la reabsorción espontánea de tumores malignos, que literalmente rescatan de la muerte en el último momento a personas que la ciencia médica había desahuciado y sobre cuya curación no existen explicaciones ortodoxas ni convincentes.

Por ello, creemos que debe seguirse una línea media en esta materia, una bisectriz que pasa por la información veraz al paciente, pero de manera que el mismo comprenda su estado general, sin ser agobiado con la explicación de posibilidades remotas o de riesgos estadísticamente poco probables de acontecer en casos como el suyo.

Comentemos brevemente los efectos de la falta de información suficiente. El suministro de una información correcta y suficiente por parte del médico es condición indispensable para la validez del consentimiento del paciente, y la falta de esta información suficiente y adecuada implica un consentimiento viciado.

La Corte de Casación francesa, recientemente, ha establecido el principio de que el defecto de información, para comprometer la responsabilidad del médico, debe haber tenido incidencia sobre el consentimiento del paciente.

Como dice PLAZA-PENADES, «la falta de información es por sí sola fuente de responsabilidad civil para el médico, si por falta de información se produce el resultado que se quiso evitar o el resultado, previsible aunque infrecuente, del que no se informó».

En un caso en que la Corte de Apelación francesa constató que el médico no había informado a su paciente de un riesgo grave, que luego se produjo, de perforación intestinal inherente a una colonoscopia con ablación de un pólipo, sin embargo se rechazó la demanda de daños dirigida contra el profesional. Se consideró, que si bien era cierto que el profesional había faltado a su obligación de información, el paciente no había justificado ningún perjuicio indemnizable. La Corte sostuvo que el único perjuicio que había alegado el actor, que era el de perder la oportunidad de negarse a la intervención, no era un perjuicio indemnizable, por cuanto la operación debía realizarse, dado que el pólipo que se le descubrió al paciente tenía gran riesgo de degenerar en un cáncer.

Por último debe tenerse presente que, como apunta PENNEAU, en ausencia de toda culpa técnica, la sola culpa constituida por la falta de información no puede dar lugar a reparación del daño corporal resultante de una intervención.

Pero es evidente que el principal deber que se impone al médico es el de una actuación profesional diligente. Cuando se produce un resultado dañoso a consecuencia de una práctica profesional, suele alegarse que se ha infringido la «Lex Artis» o que el profesional de que se trata no ha cumplido con ella.

El Concepto de «Lex Artis» no es de nuevo cuño, pero desde hace un tiempo, al compás del paulatino incremento de las acciones de mala praxis médica, se ha generalizado su uso, llegándose hasta el exceso.

Cabe preguntarse por ello ¿qué es la Lex Artis?

El Profesor Dr. MARTÍNEZ-CALCERRADA, la ha definido como: «Aquel criterio valorativo de la corrección del concreto acto médico ejecutado por el profesional de la Medicina —Ciencia o Arte médica—, que tiene en cuenta las especiales características de su autor, de la profesión, de la complejidad y trascendencia vital del acto, y, en su caso, de la influencia en otros factores endógenos, para calificar dicho acto médico de conforme o no con la técnica normal requerida, derivando de ello tanto el acervo de exigencias o requisitos de legitimación o actuación lícita, como la eficacia de los servicios y, en particular, de la posible responsabilidad de su autor por el resultado de la intervención o acto médico».

El objeto de la «Lex Artis» es el de fijar el standard de práctica profesional normal y ortodoxa para cada caso, estableciendo la conducta general del facultativo promedio ante un caso similar.

La jurisprudencia española utiliza recurrentemente en sus pronunciamientos la pauta de la «Lex Artis ad hoc», es decir, la técnica adecuada al caso concreto. Y así, por ejemplo, ha resuelto el Tribunal Supremo que la actuación de los médicos, a efectos de su declaración de responsabilidad, debe regirse por la denominada «Lex Artis ad hoc», es decir, en consideración al caso concreto en que se produce la actuación e intervención médica y las circunstancias en que las mismas, se desarrollen y tengan lugar, así como las incidencias inesperables en el normal actuar profesional.

El incumplimiento de este deber de actuación diligente, compromete la responsabilidad civil del profesional, a título de negligencia, de impericia o de imprudencia.

La impericia es una falta de saber teórico o práctico de la materia del propio oficio, es una ausencia de saber o de habilidad reprochable, dado que ejercer el arte o profesión sin ellas, constituye ya de por sí una amenaza general de producir daños. Impericia es la ausencia de los conocimientos normales que toda profesión requiere cuando se trata de un especialista. La negligencia es considerada como el descuido o falta de aplicación o diligencia en la ejecución de un acto o tarea puesta al servicio del acto profesional.

La imprudencia, consiste en una temeridad del sujeto obra precipitadamente o sin prever por entero las consecuencias en las que podría desembocar su acción irreflexiva.

La negligencia es sinónimo de descuido y omisión. Desde el punto de vista del derecho —y como elemento o forma de la culpa— es la falta de diligencia debida o del cuidado necesario en un acto o en un hecho humano puede configurar un defecto de la realización del acto o bien una omisión.

Para poner un ejemplo clarificador, existen diversas formas de negligencia médica, pero una de las más señaladas es el olvido de un elemento utilizado en el acto quirúrgico dentro del cuerpo del paciente.

Una vez expuestos los deberes del médico, en el ejercicio de su profesión, nos queda por examinar en qué casos su incumplimiento genera una responsabilidad, civil o penal, para él.

Dos teorías pugnan por establecer un criterio, para dilucidar cuándo el médico es responsable por su indebida conducta.

Una, es la teoría de la objetividad. Otra, es la de la culpa.

El proceso de objetivización de la responsabilidad —fenómeno que ha llegado a su cénit y comienza a decrecer— ha ido de la mano de una legislación especial cada vez más copiosa. También es indiscutible que se ha tratado de un proceso confuso por la falta de principios rectores, consolidados e inciertos en sus alcances, y por la difícil integración de las normas especiales en los principios generales de los Códigos Civiles clásicos.

La objetivación ha avanzado a golpes de legislación o por interpretaciones «creativas» de la jurisprudencia, que en algunos casos más propiamente podrían llamarse «deformantes». En países tan distintos como Brasil y España, la jurisprudencia ha pasado, de afirmar una filiación subjetiva de un determinado régimen de responsabilidad, a sostener su naturaleza severamente objetiva, sin que cambie una sola coma de los textos legales aplicables.

Dicha expansión interpretativa de la responsabilidad civil fue reconocida expresamente por nuestro Tribunal Supremo, que afirmó que: «No puede negarse la nueva tendencia de la responsabilidad civil consistente en orientar la interpretación y aplicación de los principios jurídicos tradicionales, basados en la doctrina de la culpa, por caminos de máxima protección de las víctimas de sucesos dañosos. Por ahora, basta señalar que, atendidos los términos del artículo 1.902 del Código Civil y la línea de la tradición jurídica española, nuestra jurisprudencia permanece teóricamente fiel a la doctrina de la culpa, considerando a ésta elemento justificativo de la responsabilidad civil. Sin embargo, las soluciones prácticas que se perciben en los fallos, es decir, la forma en que realmente se interpretan los hechos en las sentencias, denuncian una evidente tendencia tuitiva en favor de las víctimas a costa de un innegable oscurecimiento del elemento culpa, pues, o se hace recaer sobre el presunto responsable la prueba de que no fue su negligencia la causante del resultado dañoso en que se basa la reclamación promovida contra él, o se parte de la afirmación teórica de que la culpa se presume. Sí, como ocurre también, se identifica la diligencia no con un cuidado normal, sino con una exquisita previsión de todos los posibles efectos de cada acto y de cada movimiento, llegamos a la conclusión de que los postulados clásicos han experimentado, de hecho, una vigorosa conmoción. Así lo explica y afirma como resumen la más reciente doctrina interpretativa del artículo 1.902 C.C.».

También doctrinalmente existe una importante tendencia, tanto en Europa como en nuestro país, que defiende la objetivización de la responsabilidad de los profesionales, especialmente de los médicos.

Dicha tendencia tuvo como un hito destacado el Proyecto de Unificación Legislativa Civil y Comercial argentino de 1.987 que pretendió consagrar una norma como el proyectado art. 1.625, cuyo inciso 2º disponía que: En caso de controversia queda a cargo del profesional la prueba de haber obrado «sin culpa», en los términos del artículo 514. Pero si de lo convenido o de las circunstancias resultara que el profesional debió obtener un resultado determinado, sólo se liberará demostrando la incidencia de una causa ajena». La reforma no fue aprobada.

Dicha norma invertía la carga de la prueba en perjuicio del médico, instaurando —de haberse sancionado, que no lo fue— una objetivación del hecho; de haber regido esa norma, en caso de controversia, quedaba a cargo del profesional la prueba de haber obrado «sin culpa». La extrema dificultad probatoria para todos los profesionales que esta inversión

llevaba implícita generó un fuerte movimiento de opinión, que finalmente fue una de las causas principales para que el Proyecto no entrara nunca en vigor.

ROMEO CASABONA ha escrito que: «como perspectiva de futuro no debe desdeñarse una equilibrada tendencia hacia cierta objetivación de la responsabilidad civil también del profesional, como viene observándose desde hace años en otros ámbitos específicos de gran trascendencia social y colectiva se caracterizan por un mayor riesgo de la actividad (p. ej., el tráfico motorizado, el transporte marítimo y aéreo, la explotación de la energía nuclear). Estos procedimientos tendentes a la objetivación de la responsabilidad permitirían corregir la frecuente situación de desigualdad que se observa entre profesional y cliente cuando éste persigue que sea satisfecho por un perjuicio causado por la actividad de aquél, en particular por la dificultad ante lo que se suele tener que enfrentar para aportar medios de prueba suficientes que permitan acreditar ante el juez la existencia de culpabilidad del profesional, y la relación de causalidad entre su comportamiento negligente y el perjuicio sufrido por el cliente».

Respecto de los médicos, pero aplicable a los profesionales en general, el Magistrado del Tribunal Supremo, Sr. SANTOS BRIZ, en un voto particular, postuló que: «La obligación del profesional sanitario no es una obligación de resultado, sino una obligación de medios, ya que está obligado, no a curar al enfermo, sino a proporcionarle con diligencia y plena dedicación todos los cuidados que requiera, según el estado de la ciencia (*lex artis ad hoc*) y la situación actual de los conocimientos en medicina. En este sector del resarcimiento de daños no es de aplicación la idea de responsabilidad objetiva, por lo que no puede prosperar la acción de responsabilidad si no se ha probado una culpa incontestable, patente, en el demandado, que revele un desconocimiento cierto de sus deberes...»

A nuestro juicio, la culpa debe seguir —y de hecho sigue-siendo— el eje del sistema de responsabilidad civil, pero despojada del aspecto moral que algunos le atribuyen, convirtiéndose en una culpa objetivada, por así decirlo.

Por ello compartimos el criterio del Tribunal Supremo que en el año 2002, a partir de un voto del Magistrado Sr. O'CALLAGHAN, sostuvo que la responsabilidad de carácter objetivo cubre los daños originados en el correcto uso de los servicios, cuando «por su propia naturaleza, o estar así reglamentariamente establecido, incluyen necesariamente la garantía de niveles determinados de pureza, eficacia o seguridad, en condiciones objetivas de determinación y supongan controles técnicos, profesionales, o sistemáticos de calidad, «hasta llegar en debidas condiciones al usuario. Estos niveles, entre otros, se presuponen para el «servicio sanitario». Producido y constatado el daño., se dan las circunstancias que determinan aquella responsabilidad del centro hospitalario. En efecto, los niveles presumidos por ley de pureza, eficacia o seguridad que suponen, además, posibilidades de controles técnicos de calidad, impiden, de suyo, (o deben impedir) por regla general las infecciones subsiguientes a una intervención quirúrgica adquirida, en el medio hospitalario o su reactivación en el referido medio. Cuando estos controles, de manera no precisa, fallan, o bien, por razones atípicas dejan de funcionar en relación con determinados sujetos, el legislador impone que los riesgos sean asumidos por el propio servicio sanitario en forma externa de responsabilidad objetiva».

Establecer como regla la responsabilidad subjetiva del profesional y la objetiva del centro asistencial en que el médico se desempeña, constituye un sistema coherente y armónico que permite afrontar adecuadamente el problema de la responsabilidad de los profesionales.

En cuanto a la teoría de la culpa como factor de atribución de responsabilidad es evidente que el requisito de la culpa ha impregnado tanto las prácticas sociales como la conciencia jurídica, que es poco menos que imposible poder abandonarlo. La culpa, para el común de la gente, sigue siendo la expresión de un sentido jurídico depurado.

El Prof. PANTALEÓN ha expuesto que: «contra el primado de la culpa como criterio de imputación de la responsabilidad extracontractual se han escrito muchas simplezas... (pero) cuando el problema de la responsabilidad extracontractual se contempla como un problema interindividual entre dañante y perjudicado, la primacía de la culpa como criterio de imputación subjetiva resulta algo evidente. Lo he escrito antes: «Indemnizar no borra el daño del mundo, simplemente lo cambia de bolsillo».

Por tanto, hay que tener una buena razón para realizar ese cambio y considerando la cuestión como una pugna exclusivamente entre cada dañante y cada dañado, no es razonablemente discutible que la mejor de tales razones es que la conducta del dañante sobrepasó el límite del riesgo que nos permitimos los unos a los otros en la realización de ese tipo de conductas. Es decir, que éste incurrió en culpa».

Es un hecho comprobado que la responsabilidad objetiva no se ha impuesto como principio general sobre la responsabilidad por culpa.

No yerra MIR PUIGPELAT cuando afirma que: «La culpa sigue siendo, en casi todos los sistemas de responsabilidad civil, el criterio de imputación básico, la regla general, sólo exceptuada en determinados ámbitos sometidos —por Ley especial, normalmente— a responsabilidad objetiva. Y es que resulta indudable que en los últimos años se asiste a un verdadero resurgimiento de la responsabilidad por culpa».

Se puede afirmar, por tanto, que la culpa domina el derecho de la responsabilidad civil, pero no puede sostenerse que ella reine sin partenaire alguno, sino que comparte el territorio y se halla en una relación de coordinación con el riesgo.

La culpa fue y sigue siendo el principio general, y la responsabilidad objetiva una suma de excepciones, si bien de importancia. Con lógica impecable ALBADALEJO afirma que: «Nuestro Derecho Civil, como regla, acoge la responsabilidad por culpa; y sólo en algunos casos, como excepción, la responsabilidad objetiva... Que la regla general es la de responsabilidad por culpa se sigue del art. 1902 del C.C. que constituyendo el principio regulador de la materia, sólo obliga a reparar el daño cuando interviene culpa o negligencia de su autor».

Importantes juristas como DE CUPIS, DIEZ-PICAZO y PEÑA LÓPEZ, consideran también que la culpa asume el carácter de principio general de responsabilidad civil, salvo supuestos establecidos por un específico régimen de responsabilidad por riesgo.

Es una conclusión razonable de lo expuesto, que la culpa no ha podido ni podrá ser remplazada como eje de todo un sistema jurídico, y continúa siendo un valor insustituible para juzgar la conducta humana.

Finalmente, y como resumen a todo lo dicho, podemos seguir a JOSÉ LUIS CONCEPCIÓN, que, en su obra, «Derecho de daños» afirma que: ...Las notas que, usualmente, caracterizan la responsabilidad profesional son las siguientes:

1. La responsabilidad profesional tiene una pluralidad de fuentes, ya que no cabe caracterizarla o incluirla, exclusivamente, como responsabilidad contractual o extracontractual. Diversas resoluciones jurisprudenciales la han tildado de «responsabilidad extracontractual derivada de contrato» admitiendo que la fundamentación jurídica de las reclamaciones se basará, tanto en el art. 1101, como en el 1902 del Código Civil.
2. La responsabilidad civil de los profesionales exige los mismos requisitos generales que se predicán de cualquier caso de responsabilidad, a saber: a) acto u omisión antijurídicos; b) producción de un daño; c) relación de causalidad entre el acto u omisión y el daño; y d) culpa o negligencia o cualquier otro título válido de imputación.
2. La culpa del profesional no cabe incardinarla en la moderna teoría del riesgo, ni cabe aplicar a ella planteamientos objetivadores, ni aun postular en este terreno inversiones probatorias. Sigue respondiendo a los tradicionales criterios que exigen «culpa o negligencia», por cuanto la obligación del profesional no constituye una obligación de resultado, sino que tiende, simplemente, a poner los medios necesarios y la habilidad precisa en cada campo de actuación, esto es, lo que... denominamos «lex artis ad hoc», que no es sino la norma de conducta precisa a que deben sujetarse los profesionales en su actuar, atendidas las circunstancias concurrentes en cada concreto supuesto. Dicha norma de conducta constituye una adecuada regla para medir la conducta profesional, y que toma en consideración diversos parámetros, esencialmente: a) la adecuación de la conducta con la técnica normal requerida; b) la capacidad técnico-profesional del experto y c) la adaptación al caso concreto.
3. Corresponde al perjudicado probar la existencia del daño, su cuantía o extensión, la intervención del agente en su producción, su falta de diligencia y el nexo causal preciso, y, ello, de acuerdo con el principio general que en materia probatoria establece el art. 1214 de nuestro Código». En nuestro concepto, la responsabilidad de los profesionales habitualmente queda comprometida por su hecho personal, de forma tal que el factor corriente de atribución es subjetivo y será necesario entonces que quien con su conducta fue el autor material del daño causado, pueda además ser tenido como culpable del mismo, sea por haber mediado de su parte dolo, o más frecuentemente, culpa o negligencia.

Para terminar, vuelvo a las consideraciones del Dr. Marañón en su prólogo sobre la responsabilidad profesional del médico.

Allí, el doctor confiesa, cosa algo inesperada, que uno de sus libros primeros y más breves, titulado «Vocación y Ética», es el que más le satisface de todas sus obras. Allí decía que la terrible decadencia que él percibía en la profesión médica, se debía al error de los que van a ella no por vocación verdadera, sino por el espejismo de la brillante posición, material y social, de los médicos afortunados, ya que si se arroja por la borda, como una antigualla más, el concepto sacerdotal del médico, la supremacía de la vocación para ejercer su arte, entonces no se tiene derecho a quejarse de que se exijan responsabilidades por defectos en el ejercicio profesional.

TELÓMEROS Y TELOMERASA, SUS IMPLICACIONES EN EL ENVEJECIMIENTO Y EL CÁNCER

DRA. DÑA. MARÍA CASCALES ANGOSTO
Académica de Número de la Real Academia de Doctores de España

DR. D. JUAN ÁNGEL ÁLVAREZ GÓMEZ
Doctor en Farmacia



Alberto Nobel, creador del Premio que lleva su nombre, nacido en 1833 y muerto en 1896

El Premio Nobel de Medicina 2009, que concede el Instituto Karolinska de Estocolmo, ha recaído en los descubridores de la telomerasa. El jurado ha valorado los trabajos en este campo de **Elizabeth H Blackburn, Carol W Greider y Jack W Szostak**, cuyas implicaciones afectan tanto al proceso del envejecimiento como del cáncer. El 10 de Diciembre de 2009 se hicieron efectivos los **Premios Nobel 2009** en la Sala de Conciertos de Estocolmo. El rey Carlos Gustavo de Suecia presidió la ceremonia de entrega de los **Premios**, para los grandes intelectuales de Física, Química, Medicina, Economía y Literatura, recordando el aniversario de la muerte de su fundador, el industrial sueco Alfred Nobel, inventor de la dinamita.



Elizabeth H Blackburn



Carol W Greider



Jack W Szostak



El Rey de Suecia hace entrega del Premio Nobel de Medicina 2009 a Elizabeth Blackburn.

Los telómeros (del griego ‘telos’, final; y ‘meros’, parte) son estructuras situadas en el extremo de los cromosomas cuya misión es proporcionarles protección y estabilidad. A medida que las células se dividen, los telómeros se acortan y este acortamiento se contrarresta mediante la acción de la telomerasa. El Instituto Karolinska ha destacado que los descubrimientos de estos investigadores han añadido una nueva dimensión al conocimiento de la célula, han arrojado luz sobre los mecanismos de enfermedades y han estimulado el desarrollo de nuevas terapias.

Se da la circunstancia de que los científicos que descubrieron la existencia de los telómeros allá por los años 30, Hermann J Muller y Barbara McClintock, también recibieron el premio Nobel, aunque por descubrimientos diferentes. Varias décadas después, Elizabeth Blackburn y su doctoranda Carol Greider, descubrieron la telomerasa. A partir de ese hallazgo, Szostak identificó mutaciones en células de levadura que provocaban la reducción gradual de los telómeros, mientras que Blackburn hizo mutaciones en el RNA de la telomerasa y observó efectos similares en el protozoo ciliado *Tetrahymena*. Los tres premiados, cuyos nombres llevan años siendo barajados para el Nobel, son ciudadanos de los Estados Unidos, nacidos en Tasmania, California y Londres, respectivamente.

Elisabeth H Blackburn, nacida en Hobart, Tasmania en 1948, es profesora de Bioquímica de la Universidad de California, en San Francisco (EEUU). Fue elegida por la revista Time, dentro de sus listados anuales, como una de las 100 personas más influyentes del mundo. En 2006 ganó el Premio Albert Lasker de Investigación Médica Básica junto a Szostak y ya en 2007 sonó como una de las candidatas al Nobel.

Carol W Greider, nacida en California en 1961, ha trabajado estrechamente con Elisabeth Blackburn, una de sus maestras. Se licenció en la Universidad de California (Berkeley), donde comenzó sus trabajos de investigación en 1984. El día de Navidad de ese mismo año, Greider identificó la telomerasa, la enzima responsable del mantenimiento cromosómico.

Jack Szostak, nacido en Londres en 1952, es considerado uno de los líderes en el campo de los estudios genéticos desde su laboratorio en el Instituto Howard Hughes de EEUU.

Elizabeth Blackburn, con la colaboración de Jack Szostak, descubrió que la secuencia única de DNA de los télómeros previene el envejecimiento y la degradación de los cromosomas. En investigaciones realizadas con su colaboradora Carol Greider, Blackburn descubrió la telomerasa, enzima capaz de evitar la pérdida telomérica. Elizabeth Blackburn comparte el galardón y el premio con sus dos colaboradores. Sus estudios son de gran utilidad a la hora de encontrar nuevas terapias para el cáncer o de comprender mejor la forma en que pueden funcionar las células madre. Pero, sin duda, el más importante avance derivado de estos descubrimientos se relaciona con el envejecimiento. Blackburn, ha descubierto, entre otras cosas, que la edad y estrés contribuyen a que los télómeros se acorten. Esto produce una degeneración celular que, además de los achaques propios de la edad, determinará el momento de la muerte. Conocer exactamente la forma en que funciona este mecanismo, hace posible vislumbrar algún tratamiento que evite el deterioro irreversible que acompaña a la vejez.

TELÓMEROS Y TELOMERASA

Los télómeros son complejos especializados de DNA-proteína que se encuentran en los extremos de los cromosomas lineales y los protege de la degradación y pérdida de genes esenciales. Los télómeros consisten en repeticiones de nucleótidos en número variable, unidas a un complejo multiproteico denominado shelterina/telosoma. La replicación de los télómeros presenta un dilema especial denominado «problema de la replicación terminal». En el proceso de la división celular, los télómeros de las células somáticas normales no pueden replicarse en su totalidad por el complejo convencional DNA polimerasa y esto se debe a la diferencia en la replicación de las dos cadenas del DNA. Para solucionar este problema la mayoría de las células eucariotas utilizan la telomerasa, una ribonucleoproteína retrotranscriptasa, que actúa alargando los extremos de los cromosomas con una secuencia telomérica específica, utilizando como molde una porción de su propio componente integral RNA.

En la mayoría de las células somáticas derivadas de tejidos normales, la pérdida de la capacidad replicativa, que conlleva a la *senescencia celular*, se debe al acortamiento de los télómeros asociado con la ausencia de actividad telomerasa. Los télómeros y la telomerasa presentan un gran interés a la hora de encontrar explicación, no sólo a los cambios relacio-

nados con el envejecimiento, sino también a los relativos a la tumorigénesis. Son numerosas las alteraciones en la expresión genética que afectan la diferente capacidad de las células para dividirse y que se encuentran implicadas en los mecanismos que conducen, tanto al envejecimiento como al cáncer. A nivel celular, la senescencia celular se ha utilizado como modelo de envejecimiento, por tanto, su conocimiento tiene importantes implicaciones en la salud. Las observaciones iniciales sugirieron que la senescencia celular era debida al acortamiento de los telómeros, pero hallazgos más recientes han llegado a considerar que está desencadenada por lesión al DNA. De hecho, tanto el acortamiento de los telómeros como la lesión al DNA comparten un mecanismo común y es la vía de respuesta al daño al DNA.

Las repeticiones teloméricas perdidas se regeneran por una transcriptasa inversa denominada telomerasa (TERT, *telomerase reverse transcriptase*). TERT reconoce el terminal 3' en el extremo de los cromosomas y añade repeticiones TTAGGG sintetizadas *de novo* utilizando RNA como molde (TERC, *telomerase RNA component*). Mientras que los eucariotas unicelulares tienen cantidades ilimitadas de telomerasa y mantienen los telómeros en una longitud constante, la mayoría de los organismos multicelulares poseen cantidades limitadas de telomerasa y el acortamiento de los telómeros se verifica acoplado a la división celular, debido a la incapacidad de las DNA polimerasas normales de copiar los extremos terminales de los cromosomas. El acortamiento de los telómeros se observa en todos los tejidos humanos a medida que transcurre la edad. Esto refleja el acumulo de divisiones celulares asociado a la renovación tisular. La pérdida progresiva de los telómeros es uno de los mecanismos que impone un límite al crecimiento de células normales en cultivo, fenómeno que se denomina *senescencia replicativa*. Una serie de patologías relacionadas con el envejecimiento y con síndromes de envejecimiento prematuro, se caracterizan por un acortamiento rápido de los telómeros. Resultados obtenidos a partir del modelo de ratón deficiente en el gen *Terc*, muestran una pérdida telomérica acelerada que se asocia con una expectativa de vida más corta, que se agrava en sucesivas generaciones hasta que la infertilidad de los machos no permite más generaciones.

El acortamiento de los telómeros induce la apoptosis y la parada del ciclo celular *in vivo*, lo que conlleva la pérdida celular, la disfunción tisular y la alteración de la capacidad regenerativa de las células madre.

El interés por los telómeros, relativo a los procesos de senescencia e inmortalidad, se basa en que el envejecimiento supone la *pérdida* de la capacidad replicativa celular, mientras que la inmortalidad supone la *ganancia* de un potencial replicativo ilimitado. La importancia de la relación entre envejecimiento e inmortalidad se encuentra reforzada por el hecho que una elevada proporción de células tumorales expresan actividad telomerasa, mientras que la mayor parte de células somáticas normales muestran una ausencia casi total de esta actividad. El que la actividad telomerasa se considere una de las características de las células tumorales, hace de este enzima un potencial objetivo terapéutico y de diagnóstico.

ESTRUCTURA DE LOS TELÓMEROS

Los telómeros de eucariotas son secuencias hexaméricas repetidas de DNA, potencialmente expansionables y no codificables. Aparecen en el extremo de los cromosomas lineales y son esenciales para el mantenimiento de la estabilidad cromosómica. Los telómeros van unidos al complejo multiproteico *shelterina/telosoma* que ejerce un papel fundamental en la regulación de la longitud telomérica y en su protección. Consisten los telómeros en secuencias repetitivas ricas en guanina (G) que se desarrollan en el extremo

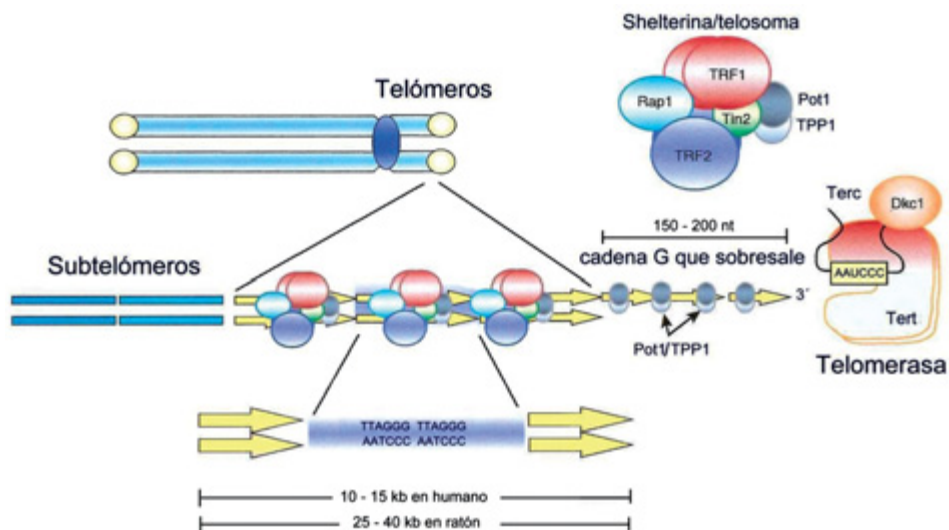


FIGURA 1. Estructura de los telómeros. Los telómeros de mamíferos consisten en repeticiones de la secuencia de nucleótidos TTAGGG que está unida al complejo proteico shelterina/telosoma. Adyacentes a los telómeros están las regions subteloméricas, que son también ricas en DNA repetitivo (Blasco 2007, modificado).

de los cromosomas, en dirección 5'→3', con la cadena complementaria, rica en citidina (C). Las secuencias teloméricas pueden variar entre las especies, pero cada organismo posee la misma secuencia repetitiva en todos sus telómeros. En humanos y en ratón dicha secuencia es TTAGGG. En el momento del nacimiento, los telómeros de las células somáticas humanas contienen unas 15 kb del fragmento TTAGGG y los ratones tienen de 25 a 40 kb. En ausencia de telomerasa, en cada división celular se pierden un promedio de 25 a 200 bases de los extremos teloméricos, Cuando este acortamiento ocurre entre 80 a 100 veces, la célula deja de dividirse, envejece y muere.

Los telómeros humanos poseen longitud variable según las diferentes células. Por ejemplo, la de las células germinales fluctúa entre 10 y 15 kb, mientras que la de los leucocitos de sangre periférica fluctúa entre 5 y 12 kb. El mantenimiento de la longitud de los telómeros supone un problema en el mecanismo de replicación celular, porque la síntesis de la cadena conductora de la célula hija llega hasta el final del extremo 5' de la cadena del DNA de la célula madre, mientras que la síntesis de la cadena rezagada, al ser discontinua, no puede replicarse hasta el final. El problema de la replicación terminal, descubierto por Watson en 1972, se debe a que el mecanismo de replicación del DNA en los cromosomas lineales es diferente para cada una de las dos cadenas y es esto lo que ocasiona el acortamiento telomérico.

Los telómeros de los vertebrados terminan en una cadena 3' rica en guanina (cadena G) que sobresale, que se genera en el proceso post replicativo de la cadena rica en citosina, que es el sustrato para la elongación telomérica mediada por la telomerasa (Figura 1). La cadena G sobresaliente puede doblarse e invadir la región de doble cadena del telómero y generar una estructura de bucle conocida como bucle-T (*T-loop*), que esconde el extremo 3', a modo de mecanismo primitivo para protección del telómero.

Las repeticiones teloméricas están unidas al complejo shelterina/telosoma (Figura 1) que contiene una serie de factores. De éstos, unos se unen directamente a la cadena G sencilla que sobresale, como el heterodímero de protección de los telómeros Pot1/TTP, y otros se unen a la región telomérica de doble cadena, como los factores de unión a las repeticiones teloméricas TRF1 y TRF2 que interactúan con Rap1 (proteína represora activadora 1) y Tin2 (proteína 2 nuclear que interactúa con TRF1). El TRF1 también reúne en los telómeros las poli(ADP) ribosilas TANK1 y TANK2 o tanquirasas. Se ha propuesto que las TRF1 y las proteínas que interactúan con TRF1 regulan la longitud telomérica mediante el control del acceso de la telomerasa al telómero. TRF2 y Pot1 intervienen en la regulación de la longitud del telómero y tienen papeles adicionales de protección, porque previenen las fusiones entre los extremos cromosómicos. El papel del TRF2 en la protección del telómero puede relacionarse con la señalización del daño al DNA y factores de reparación.

REGULACIÓN EPIGENÉTICA DE LOS TELÓMEROS

Además del complejo shelterina, los telómeros y subtelómeros están unidos a nucleosomas enriquecidos en modificaciones en las histonas, características de dominios constitutivos de la heterocromatina. Estas modificaciones son la trimetilación de la histona H3 en la lisina 9 (H3K9) y la de la histona H4 en la lisina 20 (H4K20), y están catalizadas por las histona metiltransferasas. Las proteínas heterocromatínicas HP1 α y HP1 β se unen a los dominios teloméricos y subteloméricos debido a su afinidad por residuos trimetilados de H3K9 (Figura 2).

Un aspecto importante de la regulación y funcionamiento de los telómeros y de regiones subteloméricas es su estructura cromatínica. Los telómeros de mamíferos como los de la mosca *Drosophila*, al tener características de heterocromatina, pueden silenciar genes cercanos. La cromatina telomérica en humanos contiene nucleosomas que muestran un espacio débilmente alterado comparado con la cromatina no telomérica. Recientes estudios han demostrado que la cromatina telomérica y subtelomérica del ratón contienen modificaciones en las histonas, típicas de la heterocromatina y que el DNA subtelomérico puede metilarse. Evidencias cada vez más firmes indican la existencia de conexiones funcionales entre estas marcas epigenéticas y la homeostasis de la longitud de los telómeros. Alteraciones en las modificaciones de las histonas en la cromatina telomérica o en la metilación del DNA en regiones subteloméricas, se relacionan con la alteración en la longitud de los telómeros, lo que sugiere la existencia de una estructura de mayor orden en los telómeros, que está regulada epigenéticamente y que es importante para el control de su longitud.

La cromatina de los telómeros al presentar varias características similares a la de la heterocromatina de las regiones pericentroméricas, tiene la capacidad de silenciar genes cercanos. Este fenómeno se conoce como efecto de posición telomérica. En células humanas este efecto está influenciado por la longitud telomérica e implica la hipoacetilación de las histonas y puede alterarse por tratamiento con inhibidores de la desacetilasa SIRT. Los telómeros y subtelómeros de mamíferos también tienen similitudes con regiones pericentroméricas en términos de composición de la secuencia y contenido en genes. Ambos, telómeros y subtelómeros se caracterizan por un elevado contenido en repeticiones de DNA y aunque los telómeros no contienen genes, los subtelómeros como las regiones pericentroméricas son pobres en genes. Sin embargo, al contrario que en levadura, donde sólo las repeticiones subteloméricas contienen nucleosomas, en humanos, tanto los telómeros como los subtelómeros los contienen.

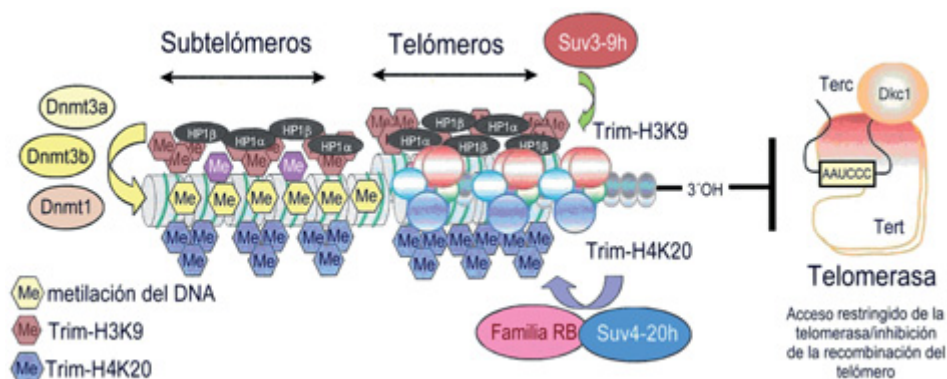


FIGURA 2. Los telómeros de mamíferos contienen nucleosomas que muestran modificaciones en las histonas que son características de los dominios de heterocromatina. El DNA subtelomérico está fuertemente metilado. Estas modificaciones en la cromatina en los telómeros y subtélmeros regulan negativamente la longitud telomérica y la recombinación de los telómeros. TriM, trimetil; Dnmt, DNA metiltransferasas. (Blasco 2007, modificado).

Como consecuencia de las observaciones del efecto de posición telomérica en mamíferos, muchas marcas que generalmente se encuentran en la heterocromatina, pueden encontrarse en los telómeros. En particular, al igual que en las regiones pericentroméricas, la trimetilación de H3K9 y de H4K20 se ha identificado en los dominios teloméricos y subteloméricos. En el caso de H3K9 las metil transferasas responsables de la trimetilación son las SUV3-9H1 y SUV3-9H2, mientras que la trimetilación de la H4K20 se realiza por las SUV4-20H1 y SUV4-20H2 (Figura 2). Las proteínas de la familia del retinoblastoma supresora de tumores Rb 107 y 130 interactúan con SUV4-20H1 y SUV4-20H2 para mantener la trimetilación de H4K20 en la cromatina telomérica y pericentromérica. Los telómeros humanos y murinos se encuentran también enriquecidos en HP1 (isoformas de proteínas de la heterocromatina). Además, las repeticiones teloméricas y subteloméricas de mamíferos se caracterizan por bajos niveles de H3 y H4 acetiladas. Las observaciones que indican que el efecto de la posición telomérica humana se revierte cuando TRF1 se sobreexpresa y aumenta cuando los telómeros se alargan, sugieren que los componentes del complejo shelterina/telosoma pueden afectar el *status* epigenético de los telómeros por su capacidad de regular su longitud.

Las alteraciones en la metilación del DNA y en la modificación de las histonas son comunes en cáncer humano. Dado que la estructura de la cromatina afecta la regulación de los telómeros, estos cambios epigenéticos pueden establecer una conexión importante entre la alteración de los telómeros y el desarrollo del cáncer. En particular, en tumores que muestran hipometilación en el DNA o menor trimetilación en las histonas H3K9 y H4K20 de regiones teloméricas, se favorece la activación de los mecanismos de elongación de telómeros (telomerasa o ALT), lo cual, a su vez, puede sostener el crecimiento tumoral en ausencia de telomerasa. Defectos en la metilación del DNA se han asociado a otras enfermedades.

El hallazgo de que los cambios epigenéticos en la cromatina telomérica y subtelomérica se asocian con telómeros muy cortos, sugiere que el acortamiento telomérico en las patologías relacionadas con la edad, puede ser el resultado de defectos epigenéticos en

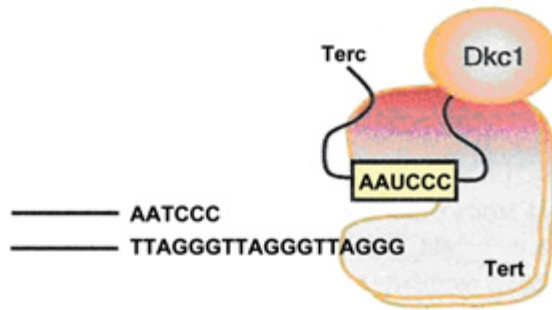


FIGURA 3. *Elongación de los telómeros por la telomerasa. La telomerasa consiste en dos moléculas de la subunidad Tert y dos moléculas de la subunidad Terc que contiene el molde AAUCCC y se asocia a una molécula de disquerina (Dkc1), proteína que estabiliza el complejo. La telomerasa reconoce el terminal 3' de la cadena telomérica rica en G y añade repeticiones teloméricas de novo (Blasco 2007, modificado).*

los telómeros. Esto puede favorecer el desarrollo del cáncer por activación del mantenimiento de los telómeros por mecanismos tales como telomerasa o ALT. Finalmente, un número de factores ambientales (tabaco, obesidad, estrés), acelera la tasa de acortamiento de los telómeros y puede ejercer impactos en la modificación de la cromatina en los telómeros y en la expresión de genes subteloéricos.

ALARGAMIENTO DE LOS TELÓMEROS

El principal mecanismo encargado de la elongación de los telómeros en mamíferos es la telomerasa. (Figura 3). La composición proteica de la telomerasa, identificada en 2007 por Scout y colaboradores, contiene dos subunidades, la retrotranscriptasa (TERT) y la molécula de RNA asociada (TERC), y también una molécula de disquerina (Dkc1), proteína que estabiliza el complejo telomerasa. La pérdida de DNA telomérico durante el envejecimiento es probable que sea el resultado de cantidades limitantes de actividad telomerasa en el organismo adulto, que no pueden compensar el progresivo acortamiento de los telómeros que ocurre durante la proliferación celular implicada en la regeneración tisular. Esta pérdida progresiva de telómeros contribuye al envejecimiento del organismo. Por otro lado, la gran mayoría de los tumores y líneas celulares inmortales poseen elevados niveles de telomerasa, la cual sostiene el crecimiento tumoral previniendo la pérdida de telómeros y evadiendo la senescencia y la apoptosis.

Algunas líneas celulares inmortales y tumores que carecen de actividad telomerasa son capaces de mantener o alargar sus telómeros mediante mecanismos que se conocen como alargamiento alternativo de los telómeros (ALT). ALT es un mecanismo no dependiente de la telomerasa, activado en una minoría sustancial de líneas celulares inmortales, para contrarrestar la erosión telomérica debida a los sucesivos ciclos de división celular.

En levadura y en mamíferos, se ha demostrado que ALT implica eventos de recombinación homóloga entre secuencias teloméricas (Figura 4). Las células ALT-positivas se caracterizan por telómeros heterogéneos, muy cortos o muy largos al mismo tiempo, y por la localización de los telómeros con cuerpos PML (cuerpos nucleares de la leucemia

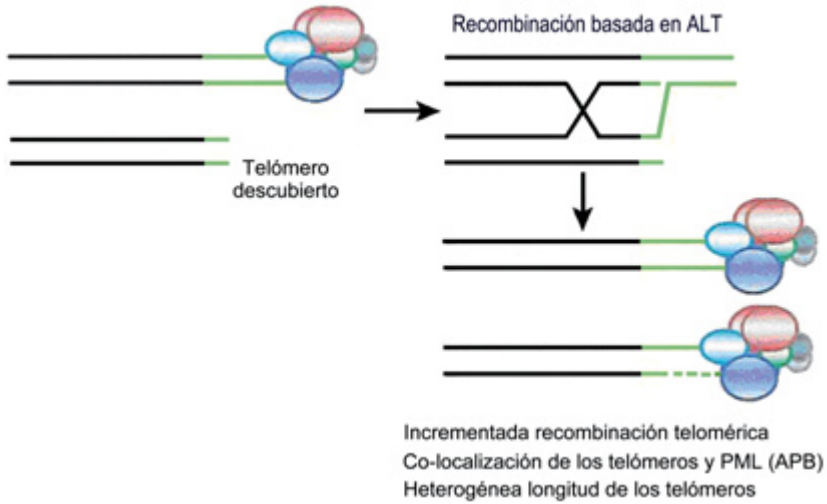


FIGURA 4. Las células deficientes en telomerasa pueden también mantener sus telómeros mediante recombinación homóloga entre los telómeros, un mecanismo conocido como alargamiento alternativo de los telómeros (ALT) (Blasco 2007, modificado).

promielocítica), denominados cuerpos asociados a ALT (APB). Los APB son agregados nucleares donde el DNA telomérico se localiza con la proteína PML y la presencia de telómeros altamente heterogéneos en longitud, que oscila entre muy cortos y hasta superar las 50 kb

La dinámica de la longitud telomérica de las células inmortalizadas telomerasa negativas sugiere que este mecanismo se basa en la recombinación. Así, los telómeros sufren grandes fluctuaciones en su longitud durante los ciclos celulares, con rápidos acortamientos y rápidos alargamientos. Las células ALT son capaces de elongar sus telómeros usando como molde, para la nueva síntesis de DNA, secuencias teloméricas de otros cromosomas, proceso que puede ocurrir en cualquier lugar del telómero. Otras fuentes de DNA telomérico pueden utilizarse como moldes para la elongación de los telómeros. Los telómeros están organizados en una estructura de T-loop donde la cadena sencilla sobresaliente se dobla e invade el tracto de DNA telomérico de doble cadena y sintetiza la cadena complementaria. Otra fuente son las repeticiones teloméricas extracromosómicas, abundantes en las células ALT, organizadas en formas lineales, circulares y de T-loop y están parcialmente contenidas dentro de los APB. El DNA telomérico lineal asociado al APB, no es probable que sea la fuente principal del molde para la replicación, porque es muy corto y no serviría para los eventos rápidos de elongación de telómeros observados en células ALT. Recientes trabajos de Muntoni y colaboradores han demostrado que los telómeros pueden ser amplificados sin la intervención de otros telómeros, lo que indica que la elongación telomérica puede también realizarse por copia del DNA intra genómico. Esta es la primera evidencia directa que prueba que el mecanismo ALT implica más de un método de elongación telomérica.

El mantenimiento de los telómeros por mecanismos no telomerasa, entre los que se incluye la recombinación, ocurre en células primarias y se inicia por los telómeros cortos, incluso en presencia de telomerasa. Resultados también recientes de Morrish y Greider

indican además que existe algún mecanismo de mantenimiento de los telómeros que no produce incremento significativo en la longitud telomérica.

Los mecanismos ALT están también activados en ratones deficientes en *Terc*, en fibroblastos embrionarios y en células madre embrionarias, y durante la formación del centro germinal, lo que indica que los mecanismos ALT pueden seleccionarse también en ambientes no tumorales. Sin embargo, mientras que ALT puede rescatar la viabilidad de cepas de levadura deficientes en telomerasa, no puede rescatar la viabilidad de ratones deficientes en *Terc*, lo cual muestra que los mecanismos ALT no rescatan la supervivencia de organismos multicelulares. El hecho de que ALT esté restringido en ratones deficientes en *Terc*, como también en líneas celulares inmortales y en tumores, indica la existencia de mecanismos que reprimen activamente a ALT en células normales. Datos recientes indican que los componentes del complejo shelterina, Pot1 y TRF2, o proteínas WRN que interaccionan con TRF2, pueden influenciar la recombinación telomérica y son reguladores potenciales de ALT. De igual manera, la metilación del DNA subtelomérico y la metilación de las histonas de los telómeros, son represores potentes de la recombinación telomérica y de la activación de ALT.

SENESCENCIA REPLICATIVA Y ACORTAMIENTO DE TELÓMEROS

El proceso del envejecimiento se relaciona con el acumulo progresivo de alteraciones en el DNA, debido a agentes que lesionan la propia molécula o a errores en su síntesis. Entre las diferentes alteraciones que conducen a la inestabilidad genética, el acortamiento de los telómeros representa uno de los cambios estructurales más importantes. Se ha detectado una disminución en la longitud de los telómeros en células de donantes de edad elevada y de cultivos celulares senescentes, lo que indica que la pérdida de telómeros es un importante marcador del envejecimiento

Hayflick y Moorhead, en los años sesenta del pasado siglo, observaron en cultivo de fibroblastos humanos normales una capacidad limitada de dividirse. Las células después de un número definido de divisiones dejaban de proliferar y entraban en un estado de *senescencia replicativa*. Este momento final de la vida proliferativa se denomina «límite Hayflick», y se fija entre 50 y 100 la capacidad de duplicación que una célula somática puede sufrir. La senescencia replicativa o senescencia celular en el límite Hayflick, se caracteriza por inestabilidad cromosómica y parada del ciclo celular, además de diversos cambios bioquímicos y morfológicos. Las células senescentes post-mitóticas, una vez que atraviesan el límite Hayflick, pueden permanecer activas, y mantener su viabilidad por períodos amplios de tiempo, siempre que se mantengan las condiciones apropiadas de cultivo. La senescencia replicativa se ha demostrado también *in vivo* en células de donantes de diferentes edades, y refleja la existencia de un *reloj mitótico* que actúa contabilizando el número de divisiones celulares.

La senescencia replicativa puede ser retrasada o eludida, permitiendo así a la célula entrar en la inmortalidad. Se ha propuesto un modelo de dos fases para controlar el ciclo celular. Al llegar al límite de Hayflick o M1, las células salen del estado proliferativo y entran en el estado senescente. En presencia de oncogenes víricos las células se transforman por represión de los genes supresores, escapan de la senescencia y adquieren una ampliación de su periodo replicativo en el que siguen perdiendo telómeros (Figura 5). Esa ampliación no es ilimitada y finaliza en el estado de crisis o estado M2, que se asocia con

LONGITUD DE LOS TELÓMEROS

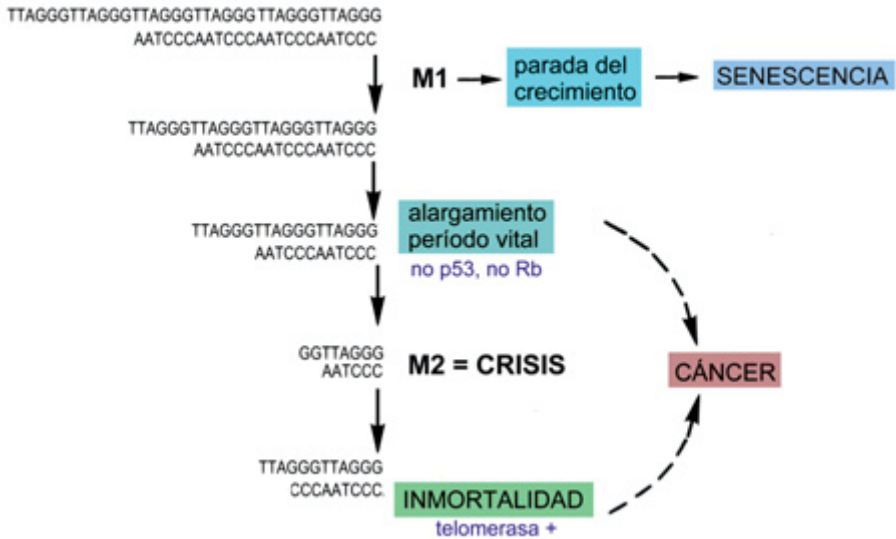


FIGURA 5. Senescencia, inmortalidad y cáncer. En ausencia de telomerasa, los telómeros se acortan en cada división celular. El estado M1 o límite Hayflick, se inicia cuando aún permanecen varias kilobases de repeticiones teloméricas y hace que las células entren en senescencia replicativa por parada del crecimiento. El estímulo que induce la parada del crecimiento son las señales de lesión del DNA que se emiten como respuesta a la pérdida telomérica. En estas condiciones, si se inactivan las proteínas supresoras (p53 y Rb, entre otras), las células pueden continuar dividiéndose y acortando sus telómeros hasta llegar a un estado de crisis o M2 que conlleva a la muerte celular. Si en este momento se activa la telomerasa la célula puede evadirse del estado M2, mantener sus telómeros, seguir proliferando y convertirse en inmortal (Cascales 1999)

inestabilidad cromosómica y muerte celular. Algunas células emergen de la crisis, y al activarse en ellas la telomerasa, adquieren la inmortalidad. Por tanto, el estado M1 es el primero de los dos mecanismos independientes, responsable de la senescencia replicativa, estado en el que aún quedan repeticiones teloméricas suficientes. Si M1 se sobrepasa, se evade la entrada en senescencia, pero el acortamiento telomérico prosigue y conduce a las células al estado de crisis, donde los cromosomas al perder la función protectora de los telómeros, se vuelven inestables y es cuando la célula ha de morir. La reactivación de la actividad telomerasa estabiliza el acortamiento de los telómeros, la célula escapa de M2 y entra en la inmortalidad celular y de ahí al cáncer

El acortamiento telomérico supone la pérdida de parte de los telómeros que se encuentran en una célula diploide humana. Aunque aún permanezcan varias kilobases en cada uno de los telómeros, la pérdida de esas repeticiones es motivo suficiente para que la célula emita señales de lesión del DNA que actúen induciendo mecanismos que previenen la proliferación. Se ha observado que la pérdida de un simple telómero en *S. cerevisiae* causa la parada del ciclo celular. Se considera que las proteínas p53, Rb, p21 se encuentran implicadas en la respuesta a la lesión del DNA que controla la progresión del ciclo celular. La expresión de p53 se induce inmediatamente cuando se lesiona el DNA, ya que el acortamiento telomérico hace sentir a la célula que existe lesión del DNA en su doble cadena. Esta proteína induce a su vez la expresión de otras proteínas que poseen

capacidad para unirse al antígeno nuclear de proliferación celular (PCNA), e inhibir directamente al complejo de replicación del DNA y la actividad de las quinasas dependientes de ciclina. Además, la fosforilación de factores, como la proteína Rb, por las mencionadas quinasas, es uno de los requerimientos para la progresión del ciclo celular.

Se considera, por tanto, que la replicación incompleta de los extremos de los cromosomas, es la causa de la pérdida gradual del potencial proliferativo en la senescencia replicativa. La primera evidencia que asocia los telómeros con el envejecimiento celular fue obtenida en 1997 por Harley *et al.*, cuando analizando fibroblastos humanos en cultivo, observaron que la longitud media de los fragmentos terminales de restricción decrecía de una manera dependiente de la replicación. Esta disminución se relacionaba también con la senescencia *in vivo*, ya que, tanto en fibroblastos como en linfocitos de sangre periférica, la longitud de estos fragmentos en donantes viejos era más corta que en los donantes más jóvenes. Por el contrario, la longitud de los telómeros no decrecía en células inmortalizadas *in vitro*, en células tumorales o en células germinales, que expresaban la telomerasa. Tales resultados han llevado a proponer que durante las sucesivas rondas de replicación del DNA, la pérdida progresiva de las secuencias teloméricas ocurre en células normales somáticas hasta que un acortamiento crítico en la longitud de los telómeros llega a percibirse como lesión en el DNA y obliga a las células a salir del ciclo celular. Las células inmortales necesitan un mecanismo que estabilice los extremos de los cromosomas y para ello se necesita la expresión de la telomerasa.

Aunque la hipótesis del envejecimiento relacionada con la longitud de los telómeros es atractiva porque proporciona el mecanismo molecular que contabiliza el número de divisiones celulares en las células somáticas normales, estudios recientes han revelado una panorámica más compleja. Se han identificado líneas celulares inmortales telomerasa-negativas y también se ha detectado que el tratamiento de líneas humanas de linfocitos B y T inmortales con inhibidores de la transcriptasa inversa, reduce la actividad de la telomerasa con ningún efecto sobre el fenotipo inmortal. Por otro lado, algunas células somáticas normales poseen actividad telomerasa, aunque sus telómeros continúan acortándose con cada ronda de replicación. La actividad telomerasa en varias células somáticas híbridas no se relaciona con su capacidad para sufrir la senescencia o continuar proliferando, lo que demuestra que algunos híbridos senescentes continúan expresando telomerasa. Estos datos sugieren que la actividad telomerasa por sí misma, no mantiene la longitud de los telómeros, e indican la existencia de mecanismos alternativos que alargan los telómeros (ALT) estabilizadores de los extremos de los cromosomas, independientes de la telomerasa. Existen observaciones adicionales no reconciliadas con la hipótesis de los telómeros, debido a que se ha comprobado que dos células hijas pueden poseer potencial proliferativo muy diferente, hasta en 30 duplicaciones, y también se ha detectado, que con una serie de manipulaciones experimentales se puede incrementar significativamente el período vital de fibroblastos humanos

ENVEJECIMIENTO Y CÁNCER

Hasta hace muy poco se ha considerado que cáncer y envejecimiento eran dos campos completamente separados, con una sola conexión y es que la incidencia del cáncer crece a medida que transcurre la edad. Sin embargo, esta idea está experimentando cambios y hoy se puede decir que envejecimiento y cáncer son dos caras de una misma moneda. En una reciente revisión de Serrano y Blasco se discuten los mecanismos convergentes y di-

vergentes que gobiernan el envejecimiento y el cáncer. El envejecimiento es un fenómeno complejo, regulado a nivel genético, en el que se encuentran implicados un gran número de procesos moleculares y fisiológicos. El cáncer es también un proceso complejo y, al igual que el envejecimiento, no es posible encontrar un mecanismo simple que explique todos los cambios bioquímicos que ocurren durante su desarrollo. El mayor logro ha sido la hipótesis unificada del origen genético de la mayoría de cánceres, ya que hoy no se duda que la mayoría de ellos surge por mutaciones en múltiples genes que afectan al crecimiento normal de una célula. Envejecimiento y el cáncer están desencadenados por acumulo de daño celular, de manera que aquellos mecanismos que protegen a la célula de sufrir ese daño, proporcionan protección contra el cáncer y contra el envejecimiento. A la vez, cáncer y longevidad, requieren un potencial proliferativo celular. Sin embargo, aquellos mecanismos que limitan la proliferación proporcionan protección frente al cáncer, pero favorecen el envejecimiento.

Al enfrentar los conceptos senescencia y cáncer surge la siguiente pregunta: ¿Puede la senescencia celular proteger contra el cáncer? El cáncer es una enfermedad cuya principal característica es la proliferación celular incontrolada y cualquier mecanismo que pueda frenar este proceso puede, potencialmente, interrumpir su progresión. La inducción natural de la senescencia, mediada por el acortamiento de los telómeros, puede ser un mecanismo ideado a lo largo de la evolución para prevenir el cáncer en especies de larga vida. Sin embargo, el cáncer surge por evasión de los controles senescentes mediante el acumulo de mutaciones que afectan a los genes supresores, que son la clave del control del crecimiento.

Existe un consenso general que el acumulo de lesión celular es el evento inicial del envejecimiento y el cáncer. El cáncer se desarrolla cuando se acumulan daños genéticos y epigenéticos. De igual manera, el envejecimiento ocurre debido al acumulo de lesiones en las macromoléculas, lo cual conduce a una alteración en la regeneración tisular. Así que, aquellos mecanismos que protegen las células de sufrir lesión protegen del cáncer y del envejecimiento. Otros mecanismos tienen efectos opuestos sobre cáncer y envejecimiento, protegiendo del cáncer, pero promoviendo el envejecimiento. Entre éstos están el acortamiento telomérico y la desrepresión del *locus* INK4a/ARF, cuyo propósito es prevenir la excesiva proliferación celular, lo cual produce efectos contrarios en cáncer y en envejecimiento. Mientras la protección frente al cáncer produce un efecto beneficioso para el organismo, la longevidad y la regeneración resultan limitadas. Estos mecanismos divergentes están diseñados para prevenir del cáncer no para promover el envejecimiento.

La formación de un tumor requiere múltiples cambios genéticos independientes, seguidos de la expansión clonal. Si se considera que la frecuencia de mutaciones espontáneas es aproximadamente de una entre un millón, se necesita al menos un millón de células para que ocurra, con probabilidad razonable, una mutación. Estas mutaciones han de acumularse en la misma célula y por tanto han de tener lugar una serie de expansiones clonales. Como se requiere que la célula se duplique 20 veces para generar un millón de células, cada mutación deberá ir acompañada por 20 divisiones. Asumiendo que sean necesarias 5 mutaciones en una misma célula para que surja el cáncer, dicha célula ha de dividirse 100 veces para llegar a la malignidad. La pérdida de células por apoptosis o la inhibición de la proliferación por senescencia ponen límite, en gran manera, al número de células en el tumor. Teniendo en cuenta que la mayoría de las células humanas solo se divide 50 - 70 veces, la senescencia celular actuará a modo de freno efectivo sobre la proliferación de células que han acumulado algunas mutaciones (Figura 6).

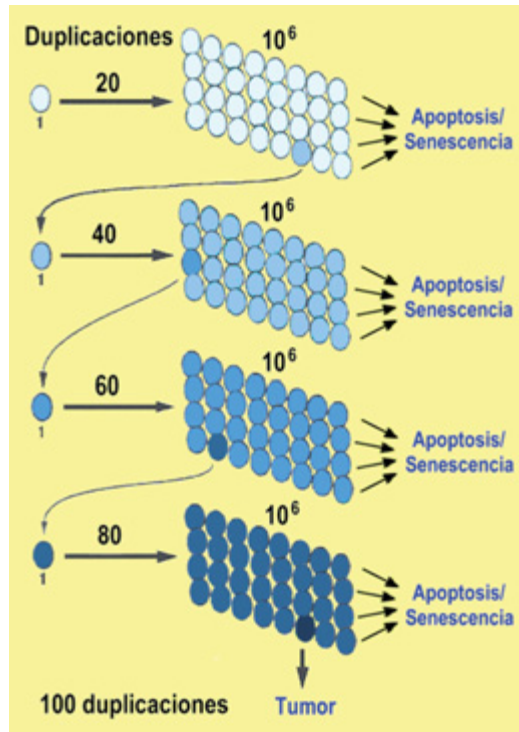


FIGURA 6. La formación de un tumor requiere muchos cambios genéticos independientes y expansión clonal. (Cascales 1999)

Se ha propuesto que la senescencia celular se controla por una familia de genes que se activan al final de la vida proliferativa y conducen al estado senescente. La inmortalidad sólo ocurre cuando los genes senescentes acumulan defectos y pierden su operatividad, lo cual permitirá a la célula escapar del programa de la senescencia. La telomerasa se re-expresa en la mayoría de los tumores y líneas celulares inmortalizadas, mientras que la mayoría de células normales somáticas no posee actividad porque existe un mecanismo genético represor de la actividad telomerasa. Las células tumorales y las inmortales han perdido o inactivado el gen represor putativo.

La repercusión fisiológica de la senescencia celular es muy interesante ya que supone un mecanismo supresor de tumores al prevenir a la célula de la adquisición de mutaciones múltiples que la llevarían a la transformación maligna. Muchos tumores poseen células con un potencial indefinido de división de modo que el proceso tumorigénico selecciona a aquellas células que pueden total o parcialmente evadir la senescencia. Ciertos oncogenes (celulares o víricos) actúan ampliando el período de vida proliferativo. Por ello las mutaciones oncogénicas y las estrategias de los virus oncogénicos acarrear la activación de mecanismos que pueden evadir el estado senescente. Entre los genes necesarios para establecer y mantener la senescencia están los genes supresores *p53* y los del *locus INK/ARF*, que son los que se pierden más fácilmente o están reprimidos en la mayoría de tumores humanos. La supresión tumoral es el valor adaptable de la senescencia ya que, cualquier proceso limitante del crecimiento puede suprimir la tumorigénesis.

La senescencia celular o replicativa es una parada irreversible de la proliferación unida a una alteración en la función celular, que se encuentra controlada por múltiples genes y no depende del tiempo sino del número de divisiones celulares. Las células al volverse senescentes adquieren tres características:

- (1) frenan su crecimiento cuando se encuentran en la fase G1 del ciclo celular por pérdida de la capacidad de entrar en la fase S (síntesis del DNA) en respuesta a mitógenos, y poseen un contenido diploide de DNA. Permanecen metabólicamente activas y aunque muchos genes se mantienen todavía inducibles, existen represiones en genes reguladores clave del crecimiento o superexpresiones en genes tales como los que inhiben las quinasas dependientes de ciclina;
- (2) las células senescentes por su estado no proliferativo irreversible, se asemejan a las células diferenciadas terminales y
- (3) las células senescentes adquieren resistencia a la apoptosis y son bastante estables.

La conexión entre la senescencia replicativa, la immortalización y el acortamiento de telómeros se encuentra en la actualidad sometida a una intensa investigación. No está claro el mecanismo que utiliza la célula para frenar la proliferación, una vez que la longitud de los telómeros ha alcanzado el estado M1 o límite Hayfick, como tampoco lo está cuando se activa la telomerasa en el momento crítico del estado M2, para que las células inmortales mantengan su longitud telomérica. La posibilidad de que la manipulación de la longitud de los telómeros pudiera alterar la entrada en el estado senescente y afectar las enfermedades degenerativas del envejecimiento, presenta un escenario atractivo en el que se necesita encontrar explicación al papel todavía misterioso de este fascinante elemento de los cromosomas.

TELOMERASA EN CÉLULAS MADRE ADULTAS

Las células madre adultas o somáticas son la fuente regeneradora de los distintos tejidos del organismo. Se ponen en acción cuando se produce un daño tisular y emigran desde sus nichos hasta el lugar que tienen que reparar o restaurar. Sin embargo, si se multiplican en exceso, o demasiado poco, pueden ser origen de cáncer o de enfermedades relacionadas con el envejecimiento, respectivamente (Figura 7).

Uno de los eventos intrínsecos más conocidos de la célula, propuesto por Harley *et al.*, en 1990, que mejor describe el mecanismo implicado en el envejecimiento celular, es el acortamiento de los telómeros en cada ronda de división celular. El ritmo al cual los telómeros se acortan con la edad es muy variable y puede ser influenciado por factores que se aceleran por varias enfermedades humanas típicas de la vejez, tales como la enfermedad cardiovascular y la infección entre otras. Existe una correlación entre la longitud de los telómeros y el riesgo de muerte por enfermedad cardíaca. También la longitud de los telómeros es un marcador predictivo de demencia o alteraciones cognitivas.

Recientemente, se ha descubierto que el comportamiento de las células madre está determinado por sus telómeros y la cantidad de telomerasa que contienen. Los telómeros y la telomerasa son determinantes importantes de la mortalidad e inmortalidad celular y uno de los mecanismos mejor conocidos que controlan el cáncer y el envejecimiento. Man-

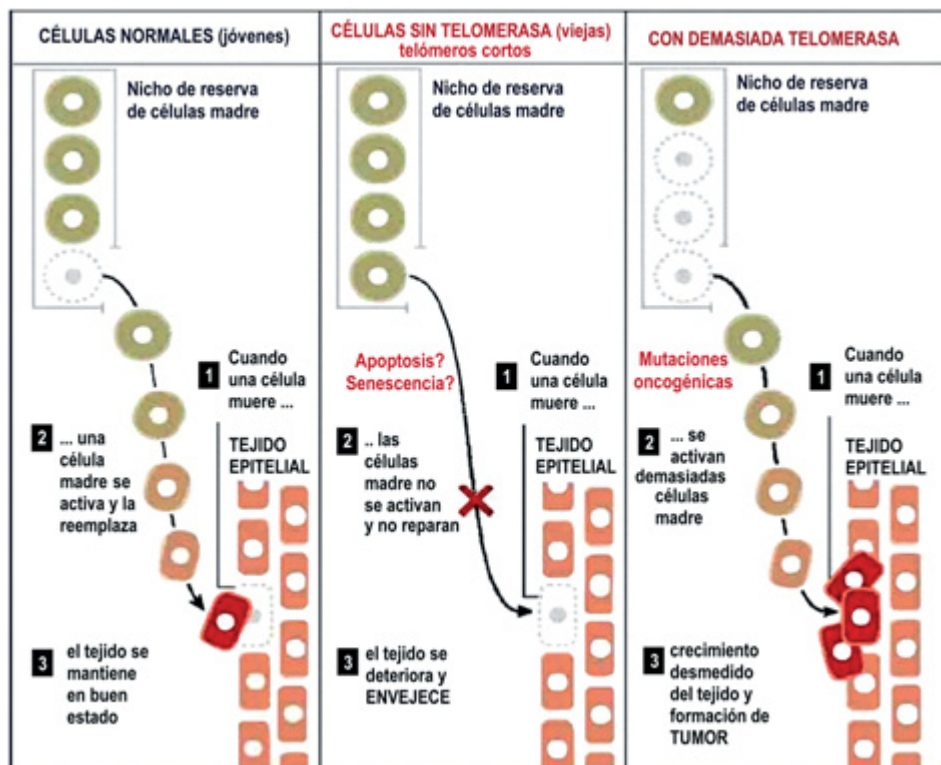


FIGURA 7. Papel de la telomerasa en el funcionamiento de las células madre, que conduce al envejecimiento o al cáncer. El acortamiento de los telómeros, en células sin telomerasa, conduce a menor capacidad de las células madre a abandonar el nicho y regenerar los tejidos con lo cual el tejido se deteriora y envejece. Los mecanismos que intervienen en esta menor movilización es probable que se deban a la senescencia y apoptosis en respuesta a los telómeros cortos. Por el contrario, la sobreexpresión de telomerasa conduce a la aberrante movilización de las células madre fuera del nicho, la cual, en combinación con mutaciones oncogénicas, puede contribuir a la formación de tumor. (Blasco 2008, con modificaciones).

tener los extremos de los cromosomas en buen estado permite que las células madre funcionen eficazmente. Las células madre epiteliales cuando tienen telómeros muy cortos no abandonan sus nichos ni regeneran la piel y el pelo de manera adecuada, lo cual provoca el envejecimiento prematuro de la piel. Por el contrario, cuando la proteína encargada de alargar los telómeros, la telomerasa, se encuentra en exceso, lo que ocurre en más del 90% de los tumores, las células madre epiteliales abandonan en exceso sus nichos para regenerar los tejidos, con lo que la piel y el pelo crecen más de lo que es normal, provocando mayor susceptibilidad de formar tumores epiteliales (Figura 5). Estos descubrimientos indican que la longitud telomérica y la cantidad de telomerasa determinan el comportamiento de las células madre.

Los defectos en la longitud de los telómeros de las células madre preceden en el tiempo a la aparición de los primeros síntomas visibles de envejecimiento prematuro o cáncer. Por tanto, la medida de la longitud telomérica o de actividad de la telomerasa en células madre puede considerarse uno de los parámetros utilizables en el pronóstico. Las terapias

que permitiesen controlar estas variables en las células madre podrían ser beneficiosas en el tratamiento de enfermedades relacionadas con el envejecimiento y el cáncer. Desvelar los parámetros que determinan estos defectos es esencial para el establecimiento de posibles terapias celulares sin causar efectos secundarios indeseables. Tales defectos son: el acumulo de errores en la maquinaria de replicación, cambios en la fluidez de la membrana, daños por la acción de las especies reactivas de oxígeno (ROS), aumento de los productos de glicosilación avanzada, resistencia a la insulina, reducción de la longitud de los telómeros, autoinmunidad y apoptosis.

Las células madre expresan la telomerasa en contraste con la mayoría de las células somáticas. Sin embargo, en las células madre hemayopoyéticas (HSC), la actividad telomerasa es baja, aunque suficiente para mantener los telómeros durante el envejecimiento limitando su vida proliferativa. Por otro lado, en un modelo de trasplante seriado en ratón con sobreexpresión de telomerasa, las HSC de animales transgénicos y no transgénicos no pudieron ser trasplantados más de cuatro veces, lo que indica que otros mecanismos, que no son la telomerasa, limitan también la función de las células madre. Además, la disfunción de los telómeros altera también el nicho de las células madre. Utilizando ratones knockout en telomerasa (*Terc*^{-/-}), se ha demostrado que la carencia de telomerasa induce alteraciones en el microambiente de la médula ósea por disminuir el compartimento de las células del estroma y reducir la capacidad de las células de la medula ósea en su actividad de soporte de la hematopoyesis. La actividad de soporte hematopoyético depende de la edad y se relaciona con el progresivo acortamiento de telómeros en estas células estromales. Además, la disfunción de los telómeros altera la expresión de varias citoquinas en plasma de los ratones viejos *Terc*^{-/-} antes citados. Estos datos proporcionan evidencia clara, que el acortamiento de los telómeros no es el único mecanismo intrínseco implicado en el envejecimiento celular de las HSC, aunque la pérdida de telómeros induce alteraciones asociadas a la edad en el ambiente de las células madre que puede alterar la función y el enraizamiento de las HSC en casos de trasplante.

En los últimos años se ha empezado a estudiar, el papel específico de la telomerasa en diferentes compartimentos de células madre en subtipos bien caracterizados, tales como las células madre hematopoyéticas (HSC), las células madre epidérmicas (ESC) y células madre neurales (NSC). Las HSC derivadas de humanos y de ratón pierden el DNA telomérico con la edad, a pesar de poseer actividad telomerasa detectable. Este progresivo acortamiento telomérico actúa como una barrera del desarrollo para las HSC, las cuales pueden limitar la regeneración hematopoyética. En apoyo de esta idea, las HSC obtenidas a partir de ratones deficientes en *Terc* con telómeros cortos, muestran una capacidad reducida para repoblar ratones irradiados.

RECIENTES APORTES AL REJUVENECIMIENTO

La relación entre telómeros y envejecimiento se conoce desde 1990 a raíz de las investigaciones de Harley y Carol Greider, pues la ausencia de la telomerasa es causa de una parte importante de los efectos adversos del envejecimiento. Por otro lado, estudios previos habían observado que elevando la cantidad de esta enzima se corría mayor riesgo de cáncer.

El aumento combinado de la telomerasa y de ciertos supresores tumorales ha dado como resultado un ratón transgénico que es más resistente al cáncer y envejece mucho más tarde. María Blasco y sus colaboradores han desarrollado un *superratón* en el que se

han conseguido dos cualidades: aumentar la longevidad y potenciar la resistencia al cáncer. La fórmula de este complejo hallazgo se ha basado en elevar la telomerasa en ratones resistentes al cáncer. Estos científicos han creado, por un lado, un ratón resistente al cáncer y, por otro, un ratón con mayor cantidad de *Tert*, gen que codifica la subunidad catalítica de la telomerasa. En este ratón se conjuga el aumento de la longevidad y la resistencia al cáncer, en base a incrementar la expresión de *Tert*, en combinación con el aumento en la expresión de los supresores tumorales p53, p16INK y p19ARF.

El resultado del cruce de ratones modificados genéticamente ha dado lugar al *superratón de laboratorio* antes citado, que envejece más tarde, es más longevo y es resistente al cáncer. Este superratón presenta una buena coordinación neuromuscular a edades avanzadas, además de una mayor y mejor tolerancia a la glucosa, lo que supone menor riesgo de diabetes. Además, los tejidos de la piel y del tracto digestivo se mantienen como en ratones jóvenes durante más tiempo. Es la primera vez que se consigue desvelar que la telomerasa puede frenar el envejecimiento. Estos autores han encontrado que el envejecimiento es un proceso ajustado de manera estricta a lo largo de la evolución, a nivel genético, que para modularlo de manera efectiva en un mamífero no basta con manipular un solo gen, sino que hay que hacer combinaciones de genes. El nuevo paso dado por este equipo de los investigadores, ayuda a desvelar los genes que son importantes para determinar y ajustar la esperanza de vida de las especies sin aumentar con ello el riesgo de cáncer.

Sobre las futuras *implicaciones clínicas*, Blasco matiza que, aunque no podemos conseguir humanos transgénicos, la función de los genes se puede mimetizar con fármacos. Ya hay algunos que aumentan la cantidad de p53 y también de telomerasa. Actualmente están en fase clínica para el cáncer (*p53*) y para enfermedades de envejecimiento precoz debido a acortamiento prematuro de los telómeros (*Tert*).

El organismo de este superratón, diseñado con más cantidad de TERT/p53 y p16INK/p19ARF, muestra un retraso en el envejecimiento y un alargamiento de la vida. De hecho, este ratón a edad avanzada se comporta como los ratones jóvenes y tiende a vivir un 40% más que los normales, lo que trasladado a los humanos equivaldría a superar los 120 años. Ante la duda razonable de si existe algún riesgo real del incremento de los telómeros en el ser humano, se puede concluir que el aumento de los telómeros en humanos no sería un riesgo, sino un beneficio, siempre que fuera acompañado de un aumento de los genes supresores, para evitar el riesgo del cáncer.

PATOLOGÍAS RELACIONADAS CON EL ACORTAMIENTO DE TELÓMEROS

La velocidad a la que se acortan los telómeros puede estar influenciada por factores que aceleran el envejecimiento y que son riesgo de muerte prematura, tales como estrés, tabaco y obesidad. El acortamiento de los telómeros se acelera también en varias enfermedades asociadas con el envejecimiento: enfermedad cardiovascular e infecciones entre otras. También, la longitud de los telómeros parece ser predictiva de demencia y de alteraciones cognitivas.

Algunos síndromes humanos se caracterizan por mutaciones en los genes de la telomerasa, los cuales dan lugar a ritmos acelerados de acortamiento telomérico con la edad. Entre estos se incluyen algunos casos de disqueratosis congénita, anemia aplásica y fibrosis idio-

pática pulmonar. Los pacientes con *disqueratosis congénita* acarrean mutaciones en componentes del complejo telomerasa que dan lugar a una disminución de la estabilidad de la telomerasa y a telómeros más cortos. Estas mutaciones afectan a uno u otro de los genes *Tert* y *Terc*, en pacientes con la variante de disqueratosis congénita dominante autonómica, o al gen *Dkc1* que codifica una proteína que interacciona con la telomerasa implicada en la estabilidad de *Terc* y en el procesamiento de RNA pequeño nucleolar, en pacientes con la forma de enfermedad asociada a X. Los pacientes con disqueratosis congénita desarrollan muchas de las patologías demostradas en el modelo experimental de ratón con deficiencia en *Terc*, tales como corta estatura, hipogonadismo e infertilidad, defectos en la piel y del sistema hematopoyético, fallos en la médula ósea y muerte prematura. Además, al igual que los ratones deficientes en *Terc*, los pacientes con disqueratosis congénita muestran también una elevada inestabilidad cromosómica a medida que envejecen, lo cual está de acuerdo con una pérdida telomérica más rápida. Finalmente, estos enfermos y los ratones deficientes en *Terc* muestran afectada la progenia lo que hace pensar que los telómeros cortos contribuyen al padecimiento de la enfermedad. Una diferencia importante existe entre los pacientes de esta enfermedad y los ratones deficientes en *Terc* y es que los enfermos muestran elevada incidencia en cáncer espontáneo, mientras que esto no ocurre a los ratones deficientes en *Terc*, excepto en aquellos con deficiencia en *p53* y sobreexpresión de TRF2. Una razón que puede explicar esta diferencia es que, en contraste con los ratones deficientes en *Terc*, los pacientes con esta patología, retienen todavía genes de la telomerasa, que pueden ser activados durante la tumorigénesis.

Un número de pacientes diagnosticados con *anemia aplásica* muestran también mutaciones en los genes de la telomerasa *Tert* y *Terc*, lo que ocasiona un acortamiento acelerado de los telómeros y muerte prematura. Recientemente se han encontrado mutaciones en los componentes de la telomerasa en algunos casos de *fibrosis idiopática pulmonar*, que es una enfermedad letal de aparición en adultos caracterizada por fibrosis pulmonar y fallo respiratorio, cuya patología se debe a deficiencias en la regeneración celular asociada al acortamiento de los telómeros.

Además de las enfermedades citadas en el párrafo anterior, que coinciden en actividad telomerasa defectuosa y telómeros cortos, se han caracterizado otras enfermedades de síndromes asociados al envejecimiento, producidas por mutaciones en las proteínas de reparación del DNA, tales como, el síndrome de rotura Nijmegen (Nbs1), la enfermedad similar a la ataxia telangiectasia (Mre11), el síndrome de Werner (WRN), el síndrome de Bloom (BLM), la ataxia telangiectasia (ATM) y la anemia de Fanconi (proteínas codificadas por genes *FANC*), muchas de las cuales interaccionan con la proteína de unión a los telómeros TRF2. Los síndromes de Werner, Bloom y ATM, han sido reproducidos en ratón solo en combinación con deficiencia en telomerasa y telómeros cortos, en el contexto de modelo de ratón deficiente en *Terc*.

CONCLUSIONES

El acortamiento de los telómeros es un hecho que ocurre en tanto en cuanto el organismo envejece y se acelera en enfermedades humanas asociadas con mutaciones en la telomerasa (disqueratosis congénita, fibrosis idiopática pulmonar y anemia aplásica). Los individuos con estas enfermedades y los ratones deficientes en *Terc*, muestran una menor expectativa de vida que coincide con una pérdida prematura de renovación de tejidos, lo que indica que la telomerasa es un factor limitante de la homeostasis tisular y la supervivencia del organismo. Estos hallazgos presentan especial relevancia ya que sugieren que la actividad telo-

merasa y la longitud de los telómeros pueden afectar directamente la capacidad de las células madre para renovación y regeneración de los tejidos. De ser esto cierto, la disfunción de las células madre provocada por el acortamiento de telómeros ha de ser uno de los mecanismos responsables del envejecimiento del organismo tanto en ratones como en humanos.

El hecho de que sea necesario un largo período de espera antes de que pueda observarse un freno en la proliferación celular, hace pensar que los inhibidores de la telomerasa no son convenientes como primer tratamiento para el cáncer. Parece razonable pensar que los inhibidores de la telomerasa han de ser administrados, como agentes quimiopreventivos o después de la eliminación de la masa tumoral por cirugía o por quimioterapia. Existe también el peligro que los inhibidores de la telomerasa, originen efectos colaterales no deseables en células normales proliferativas, tales como las células germinales y las células somáticas progenitoras.

La discusión de las aplicaciones de los inhibidores de la telomerasa como terapia del cáncer, ha sido casi completamente confinada a su uso en la quimioprevención y quimioterapia. En teoría, los inhibidores de la telomerasa presentan la posibilidad de un uso amplio. Las repeticiones teloméricas se han caracterizado en diversos organismos parásitos y la actividad telomerasa se ha detectado en el *Plasmodium falciparum*. Estas observaciones sugieren que puede ser posible obtener ventajas de las diferencias entre parásito y hospedador o enzimas fúngicas para diseñar selectivamente fármacos tóxicos. A pesar de las posibles aplicaciones de los inhibidores de la telomerasa en la terapia del cáncer, estos inhibidores en otros organismos no afectarían la telomerasa en células progenitoras del hospedador reduciéndose así el riesgo de efectos colaterales indeseables. Nuestro conocimiento de la biología básica del mantenimiento de la longitud telomérica sugiere que el descubrimiento de nuevos fármacos anti-telomerasa representaría una nueva clase de agentes terapéuticos actuando sobre un mecanismo diferente.

ABREVIATURAS

ALT, alargamiento alternativo de los telómeros; H3 y H4, histonas; H3K9, histona 3 trimetilada en la lisina 9; H4K20, histona 4 trimetilada en la lisina 20; HP1, proteína de la heterocromatina; Ku80, proteína componente de NHEJ; MRE11, recombinación meiótica; TPE, efecto de la posición del telómero; p53, proteína supresora de tumores; PCNA, antígeno nuclear de proliferación celular; Pot/TTP heterodímero protector de los telómeros; Rb, proteína del retinoblastoma supresora de tumores; SUV3-9H1 y SUV3-9H2, enzimas que trimetilan a H3 en la lisina 9; SUV4-20H1 y SUV4-20H2, enzimas que trimetilan la H4 en la lisina 20; TEBP, proteína de enlace al extremo sobresaliente 3' del DNA telomérico; TEP, proteína asociada al telómero; TRF1 y TRF2, factores de enlace a las repeticiones teloméricas; Terc, segmento de RNA componente de la telomerasa; Tert, subunidad catalítica de la telomerasa; TTAGGG, repetición seis de nucleótidos, timina, adenina y guanina (rica en guanina), que forman los telómeros; TRF, fragmentos de restricción terminal.

AGRADECIMIENTOS

Mi profunda gratitud a la inestimable ayuda prestada por Doña **Adoración Urrea Salazar**, en la preparación y corrección del manuscrito, en la búsqueda de bibliografía y en la realización del ajuste electrónico de las figuras, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- Autexier C y Greider CW (1996) Telomerase and cancer: revisiting the telomere hypothesis. *Trends Biol Sci* **21**, 387-391.
- Banks DA y Fossel M (1997) Telomeres, cancer and aging. *J Am Med Assoc* **278**, 1345-1348.
- Benito M (2003) Senescencia replicativa y telomerasa. En: Bioquímica y fisiopatología del envejecimiento (eds Cascales M, Cabezas JA y García Barreno P) RANF /Instituto de España. Madrid, pp 91-101.
- Blackburn EH (1992) Telomeres. *Ann Rev Biochem* **61**, 113-129.
- Blasco MA (2005) Telomeres and human disease: ageing, cancer and beyond. *Nature Rev Genet* **6**, 611-622.
- Blasco MA (2007) The epigenetic regulation of mammalian telomeres. *Nature Rev Genet* **8**, 299-309.
- Blasco MA (2008) Telomere length, stem cells and aging. *Nat Chem Biol* **3**, 640-64936.
- Bodnar AG, Oullette M, Frolkis M, *et al.*, (1998) Extension of life span by introduction of telomerase into normal cells. *Science* **279**: 349-352.
- Boticario C y Cascales M (2009) Telómeros, envejecimiento y cáncer. En: Por qué tenemos que envejecer? y enfermedades relacionadas, pp 115-145. UNED. Plasencia.
- Bryan TM y Cech TR. (1999) Telomerase and the maintenance of chromosome ends. *Cur Opin Cell Biol* **11**, 318.324.
- Cascales M (1999) Telómeros, Telomerasa, Senescencia y Cáncer. *Anal Real Acad Doctores* **3**, 83-101.
- Cascales M (1999) Senescencia replicativa. Telómeros, telomerasa y cáncer. En: *Estrés Oxidativo, Envejecimiento y Enfermedad*. pp 235-266, Instituto de España. Madrid. ISBN84-85559-54-1.
- Chiu C-P y Harley CB (1997) Replicative senescence and cell immortality: The role of telomeres and telomerase. *PSEBM* **214**, 99-106.
- Cohen S, Graham M, Lovrecz G, Bache N, Robinson P, Reddel R (2007). Protein composition of catalytically active human telomerase from immortal cells». *Science* **315**, 1850-1853.
- Flores I, Cayuela ML y Blasco MA (2006) Telomerase regulation and stem cell behaviour. *Curr Opin Cell Biol* **18**, 254-260.
- Geserick C y Blasco MA (2006) Novel roles for telomerase in ageing. *Mech Ageing Dev* **127**, 579-583.
- Goldstein S (1990) Replicative senescence: the human fibroblast comes of age. *Science* **249**, 1129-1133.
- Gonzalo S, Jaco I, Esteller M y Blasco MA (2006) DNA methyltransferases control telomere length and telomere recombination in mammalian cells *Nature Cell Biology* **8**, 416 - 424.
- Gonzalo S, García-Cao M... Blasco MA (2005) Role of RB1 family in stabilizing histone metylation at constitutive heterochromatin. *Nat Cell Biol* **7**, 420-428.
- Greider CW (1996) Telomere length regulation. *Annu Rev Biochem* **65**, 337-365.
- Greider CW (1999) Telomeres do D-loop-T-loop. *Cell* **97**, 419-422.
- Greider CW y Blackburn EH (1985) Identification of a specific telomere terminal transferase activity in Tetrahymena extracts. *Cell* **43**, 405-413.
- Harley CB. (1997) Human ageing and telomeres. *Ciba Found Symp* **211**, 129-139.
- Hamilton SE y Corey DR (1996) Telomerase: Anti-cancer target or just a fascinating enzyme? *Chemistry & Biology* **3**, 863.867.

- Hayflick L (1965) The limited *in vitro* lifetime of human diploid cell strains. *Exp Cell Res* **37**, 614-636.
- Hayflick L y Moorhead PS (1961) The serial cultivation of human diploid cell strains. *Exp Cell Res* **25**, 585-621.
- Ishikawa F (1997) Telomere crisis, the driving force in cancer cell evolution. *Biochem Biophys Res Commun* **230**, 1-6.
- McClintock B (1941) The stability of broken ends of chromosomes in *Zea Mays*. *Genetics* **41**, 234-282.
- Morin GB (1989) The human telomere terminal transferase enzyme is a ribonucleoprotein that synthesises TTAGGG repeats. *Cell* **59**, 521-529.
- Morrish TA, Greider CW (2009) Short Telomeres Initiate Telomere Recombination in primary and tumor cells *Plos genetics* **5**, e100357.
- Muller HJ (1938) The remarking of chromosomes. The collecting Net. *Woods Hole* **13**, 181-198.
- Muntoni A, Neumann AA, Hills M y Reddel RR (2009) Telomere elongation involves intra-molecular DNA replication in cells utilizing alternative lengthening of telomeres. *Human Molecular Genetics* **18**, 1017-1027.
- Pitts AE y Corey DR (1998) Inhibition of human telomerase by 2'-O-methyl-RNA. *Proc Natl Acad Sci USA* **95**, 11549-11554.
- Pitts AE y Corey DR (1999) The telomerase challenge - an unusual problem in drug discovery. *Drug Discovery Today* **4**, 155-161.
- Santos-Ruiz A y Cascales M (2000) Implicaciones fisiopatológicas de la Telomerasa. *Anales Real Acad Nnal Medicina*. **117**, 427-445.
- Serrano M y Blasco MA (2007) Cancer and ageing: convergent and divergent mechanisms. *Nat Rev Mol Cell Biol* **8**, 715-722.
- Shay JW (1995) Aging and cancer: are telomeres and telomerase the connection? *Molecular Medicine Today* **1**, 378-384.
- Smith S, Giriati I, Schmitt A y de Lange T (1998) Tankyrase, a poly (ADP-ribose) polymerase at human telomeres. *Science* **282**, 1484-1490.
- Wright WE y Shay JW (1995) Time, telomeres and tumors: is cellular senescence more than an anticancer mechanism? *Trends Cell Biol* **5**, 293-297.

EL HIDRÓGENO COMO ALMACEN ENERGÉTICO. APLICACIÓN DE LA PILA DE COMBUSTIBLE REVERSIBLE POLIMÉRICA

DRA. DÑA. M.^a DEL CARMEN CLEMENTE JUL,
Académica Correspondiente de la Real Academia de Doctores de España
Departamento de Ingeniería Química y Combustibles.
ETS Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid

D. MANUEL MONTES PONCE DE LEÓN,
Director del Centro Nacional de Experimentación en
Tecnologías del Hidrógeno y Pilas de Combustible.

D. CARLOS FÚNEZ GUERRA
Jefe de la Unidad de Ingeniería y Montaje del Centro Nacional de
Experimentación en Tecnologías del Hidrógeno y Pilas de Combustible.

INTRODUCCIÓN

En la controversia entre el continuo crecimiento del consumo energético, encaminado a la mejora de la calidad de vida, y la oposición social al empleo de energías contaminantes, como las procedentes de los combustibles fósiles, o de energías de riesgo, como la nuclear, surge un atisbo de esperanza en las conocidas como energías renovables, que no son otras que las energías históricas basadas en el agua, el viento y el sol. Por mucha esperanza que se tenga en estas energías renovables, su uso vendrá siempre limitado por su discontinuidad, que las hace dependientes de otras fuentes energéticas complementarias o de un sistema de almacenamiento energético hasta hoy no encontrado.

La electricidad es la forma más limpia y eficaz de consumir energía, pero la generación eléctrica juntamente con el transporte son los máximos responsables del consumo de combustibles fósiles y nucleares.

Según afirmaba Van der Does en 1996 [1], con la electricidad va a suceder lo mismo que con la informática, que en un principio se pensó en potentes ordenadores centralizados, y la experiencia ha demostrado que lo mejor son ordenadores personales y unas potentes redes de comunicación. Así puede ser la electricidad del futuro, múltiples sistemas de generación individuales y unas redes que posibiliten el vertido de los excedentes y la recepción de las deficiencias. Es decir se va hacia la autogeneración.

En el transporte, la demanda en los sectores industrial y privado ha aumentado y al mismo tiempo la contaminación del medio ambiente. Ambas circunstancias pretenden reducirse con el empleo del vehículo de emisión cero, que hasta el presente sólo se ha logrado con vehículos eléctricos, que, utilizando baterías, como sistema de almacenamiento convertirían al transporte en un cliente más de la energía eléctrica.

En relación con el otro gran problema de la energía, su almacenamiento, en 1992, Rohland y col [2], afirmaban que el hidrógeno jugará un importante papel en la economía energética del futuro fundamentalmente como un medio de almacenamiento y transporte de las fuentes energéticas renovables. La ventaja del hidrógeno en los procesos físicos y químicos está en su abundancia como componente del agua y en su bondad medioambiental al volverse a producir agua en su oxidación, es decir en sí mismo renovable. Su ligereza le sitúa adecuadamente para el transporte, pero precisamente son sus propiedades físicas y químicas las que exigen una tecnología especial que aún requiere mucho desarrollo.

Económicamente la transición desde el diseño energético global actual al previsible futuro de utilización de las energías renovables, requiere un cambio fundamental de mentalidad para pasar de una generación intensiva centralizada a otra dispersa más próxima al usuario final.

Si el hidrógeno es el sistema de almacenamiento y, la cogeneración es el sistema de producción, aparecen las llamadas pilas de combustible como un sistema obligado de generación, y los electrolizadores como un sistema de producción de hidrógeno. Con estos últimos se aprovecha la energía excedente para producir hidrógeno y con las células de combustible se aprovecha la energía almacenada en el hidrógeno para producir electricidad en aquellos momentos que las energías renovables no puedan producir. La falta de competitividad económica actual y la incipiente situación tecnológica de las pilas de combustible no son obstáculos para el papel preponderante que puedan jugar en un futuro inmediato y se convierten en objetivo tecnológico y económico, lo mismo que los sistemas de generación a partir de las energías renovables. Para poder apreciar mejor su importancia es conveniente profundizar en sus fundamentos, sus tipos y su situación actual.

De acuerdo a lo comentado anteriormente, para utilizar el hidrógeno como almacén energético es necesaria la existencia como mínimo de una pila de combustible, un almacén de hidrógeno y un electrolizador. En la actualidad se está investigando en nuevos materiales para componentes de pilas de combustibles y de electrolizadores, nuevos catalizadores, etc., con el objeto de reducir costes y que el almacén energético en forma de hidrógeno sea competitivo. Una forma de hacer aún más competitivo el sistema de almacenamiento energético en hidrógeno es sustituir la pila de combustible y el electrolizador en un único equipo, la pila de combustible reversible, capaz de funcionar como electrolizador cuando exista un excedente de energía generando hidrógeno que será almacenado y capaz de funcionar como pila de combustible cuando exista un defecto de energía utilizando el hidrógeno anteriormente almacenado.

PILAS DE COMBUSTIBLE

Una pila de combustible es un dispositivo electroquímico que convierte directamente la energía química en electricidad y calor, consta de dos electrodos, el ánodo y el cátodo,

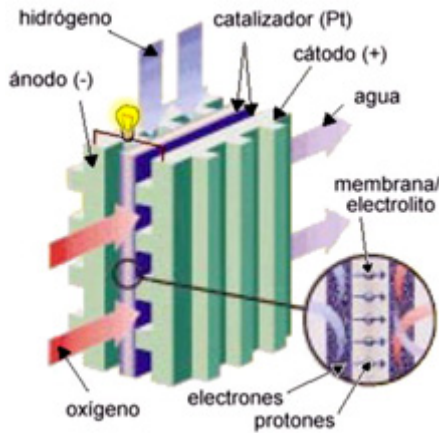


FIGURA 1. Celda de combustible.

separados por un electrolito en forma de sandwich. Los tipos de pilas de combustible se caracterizan típicamente, por su electrolito. En las pilas de combustible se combina el oxígeno del aire con el hidrógeno para generar la corriente eléctrica continua. El combustible oxidado en el ánodo, libera electrones que fluyen por el circuito externo hasta el cátodo. El circuito se completa con el flujo de iones en el electrolito, que además separa las dos corrientes de gases, combustible y oxidante. El calor generado puede emplearse directamente como un coproducto en el procesador del combustible o para producir residualmente más electricidad. Las celdas (figura 1) se apilan y se conectan en serie o en paralelo para suministrar el voltaje y potencias deseados, motivo por el cual se las conoce también con el nombre de pilas de combustible.

Fundamentos

En una celda de combustible se produce la reacción genérica de combustión de hidrógeno y la formación de agua por vía electroquímica (reacción inversa a la electrólisis del agua).



Como resultado del cálculo del potencial eléctrico [3] a partir de la energía transportada en el movimiento de cargas de los iones en el electrolito se obtiene la ecuación de Nernst que rige el potencial en cada una de las células individuales.

$$E_{\text{rev}} = E_0 + \frac{RT}{2F} \ln \left(\frac{P_{\text{H}_2} \times P_{\text{O}_2}^{1/2}}{P_{\text{H}_2\text{O}}} \right)$$

Se observa la influencia que las condiciones de operación (presión y temperatura) tienen sobre el potencial y finalmente sobre la energía producida. Las reacciones de oxidación del hidrógeno y de reducción del oxígeno que tienen lugar respectivamente en el ánodo y cátodo, ambos de estructura porosa, vienen reguladas por los procesos de transporte, que son normalmente lentos. Se requiere un adecuado diseño de la estructura porosa de los electrodos para reducir la polarización asociada. En los poros de los electrodos coe-

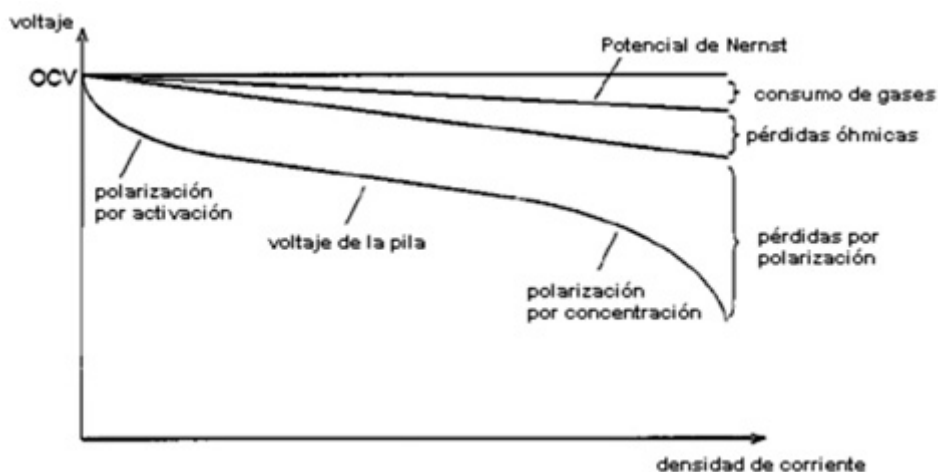


FIGURA 2. Voltaje de la pila frente a la densidad de corriente.

xisten una fase gaseosa de reactantes y productos de reacción con una fase líquida de electrolito íntimamente en contacto con la fase sólida electrocatalítica del electrodo, en cuya superficie se produce la reacción.

Las densidades de corriente más altas en células de combustible se consiguen con altas superficies específicas en los electrodos para que favorezcan las propiedades de transporte másico. El potencial de equilibrio o termodinámico reversible de la ecuación de Nernst se ve disminuido por las pérdidas irreversibles, a lo que se llama polarización (ver figura 2). Hay tres clases de polarización:

La polarización óhmica, debida a la resistencia eléctrica del electrolito al movimiento de los iones, que se reduce disminuyendo la separación entre electrodos y mejorando la conductividad iónica del electrolito. Como otras pérdidas óhmicas sus efectos son en forma de liberación de calor que se acumulará en el electrolito.

La polarización de concentración, debida a los gradientes de concentración de reactantes que se establece como consecuencia de la difusión lenta de la fase gaseosa en el interior del material poroso, lo que obliga a trabajar con unas concentraciones de reactantes que permitan superar la corriente limitante.

La polarización de activación, debida principalmente a la cinética de reacción electroquímica, que a su vez está íntimamente relacionada con los fenómenos de absorción y desorción, catálisis y transporte electrónico en la capa doble de la superficie de grano de los electrodos.

Las polarizaciones de concentración y activación existen en ambos electrodos, mientras que la polarización óhmica está únicamente relacionada con el electrolito y su geometría. Por ello el voltaje de célula será al final la contribución de los potenciales de electrodos y de todas las polarizaciones.

Funcionamiento

Según sea el electrolito utilizado así serán los electrodos que se empleen y las condiciones de operación de las celdas. Con independencia de las características particulares de cada caso, la separación entre electrodos, y su superficie van a determinar el voltaje de celda y la energía producida. La estructura íntima de los electrodos, el electrolito, las dimensiones geométricas, las condiciones termodinámicas de operación y las características de los reactantes van a influir en el proceso.

Los gases alimentados deberán distribuirse adecuadamente en toda la superficie de los electrodos, para garantizar al máximo la eficacia de reacción. Esto se consigue con un diseño adecuado de las placas separadoras que deben llevar acanaladuras que permitan conducir el gas desde el exterior a todos los puntos de la superficie de electrodos de forma equivalente para garantizar una distribución homogénea de la reacción electroquímica. Al mismo tiempo esta alimentación de gases tiene que distribuirse adecuadamente entre todas las celdas, por lo que se requiere un sistema de distribución de gases entre celdas que puede ir dentro del recinto que contenga el conjunto de celdas o fuera de él. El electrolito deberá mojar de forma uniforme los electrodos y tener las condiciones mínimas necesarias para garantizar la mejor conductividad iónica y una fluidez adecuada para permitir a los gases reactantes y productos difundirse con facilidad hacia la superficie de los electrodos y desde ella hacia el exterior.

El calor generado en la reacción electroquímica así como el liberado por efecto Joule por el movimiento de los iones en el electrolito debe extraerse con sistemas complementarios a la salida de gases, por lo que las celdas deben llevar incorporado un sistema de refrigeración, que normalmente se instala cada cierto número de ellas.

Lo mismo que en la entrada de gases, la salida de gases debe permitir un flujo perfectamente distribuido desde todas las celdas hacia el exterior y por separado entre ambos compartimentos electródicos.

Adicionalmente tiene que facilitarse la conexión eléctrica de los electrodos, garantizando la continuidad de celda a celda y el adecuado aislamiento entre ambas conexiones electródicas.

Hay que resaltar el papel importante que tienen las placas separadoras, por lo que supone de influencia en la distribución de gases y en la separación de compartimentos, al mismo tiempo que tiene que garantizarse el adecuado cierre para evitar la comunicación de ambas corrientes y por otro lado las fugas al exterior (ver figura 3).

Tipos de pilas de combustible

Aunque la reacción electroquímica de oxidación del hidrógeno para la producción de electricidad es conocida desde que en 1839 Grove consiguió demostrar el proceso, su puesta en práctica no ha llegado hasta la década de los 60, debido a la gran dificultad existente para encontrar unos sistemas que garantizaran el proceso con una cierta viabilidad técnica y económica. Como fruto de este desarrollo se han promovido varios tipos de pilas de combustible, que en el momento presente pueden ofrecer distintas opciones comerciales. Las diferencias esenciales entre los distintos tipos se deben al electrolito empleado, según el

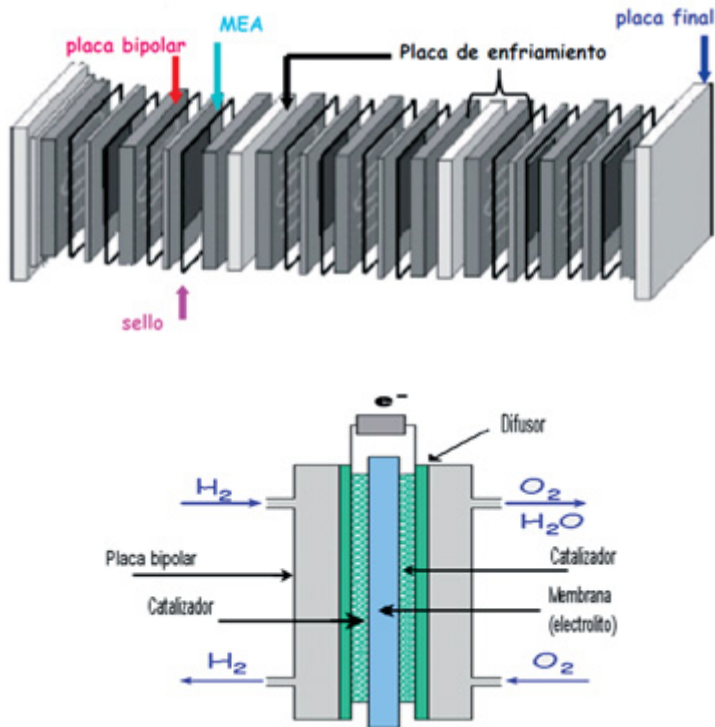


FIGURA 3. Componentes básicas de pilas de combustible.

cual obliga a diferentes materiales para los electrodos y por supuesto diferentes condiciones de operación, lo que finalmente se traduce en diferentes posibilidades de utilización.

En la figura 4 se muestran los diferentes tipos de pila de combustible, identificables por el tipo de electrolito que utilizan, y caracterizadas por la temperatura de funcionamiento, el tipo de combustible, etc. Podemos agruparlas en pilas de baja temperatura, de media temperatura y de alta temperatura.

Pilas de Combustible de Baja Temperatura (AFC, PEMFC)

AFC (pilas de combustible alcalinas): Utilizan una disolución alcalina, por ejemplo de KOH, como electrolito donde la conducción se produce por iones OH^- . Operan a temperaturas inferiores a 100°C y deben usar H_2 muy puro como combustible para no contaminar el electrolito. Por ello su uso está restringido a misiones espaciales u otras aplicaciones especiales.

PEMFC (pilas de combustible poliméricas): En estas la membrana es sólida, un polímero conductor de protones, con lo que se evitan posibles problemas de corrosión de los componentes. Funcionan a T inferiores a 120°C . Exigen una gestión eficaz del agua que se genera en reacción para evitar inundación o excesivo resecamiento de la membrana. Tienen que usar Pt como catalizador que es muy sensible a la presencia de CO, por lo que el combustible ha de ser también H_2 ultrapuro. Éstas y las de AFC fueron usadas por

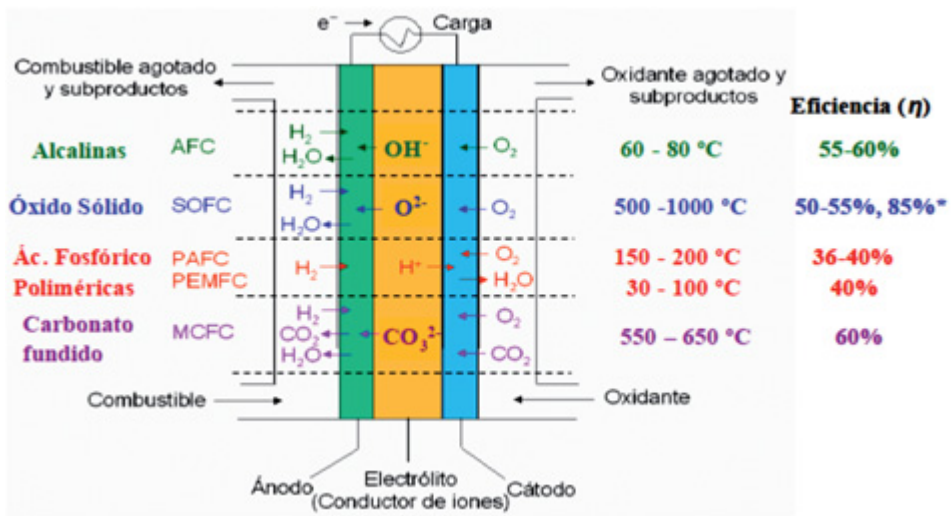


FIGURA 4. Distintos tipos de pilas de combustible.

la NASA en las misiones espaciales Gemini y Apolo respectivamente. En la actualidad se han desarrollado mucho y numerosos fabricantes de coches las han instalado en prototipos de vehículos, pero todavía su coste es muy alto y la duración baja.

Pilas de Combustible de Media Temperatura (PAFC)

PAFC (pilas de ácido fosfórico): Usan ácido fosfórico como electrolito, conductor de protones. Funcionan a temperaturas en torno a 200°C y éstas si admiten variedad de combustibles (gas de síntesis o hidrocarburos). Se han construido e instalado plantas de 200 kW por todo el mundo, incluso una planta de 11 MW.

Pilas de Combustible de Alta Temperatura (MCFC y SOFC)

MCFC (pilas de carbonatos fundidos): El electrolito es sólido a temperatura ambiente, pero a la temperatura de operación (650 a 800°C) es un líquido. Utilizan Ni como catalizador. Este sistema admite monóxido de carbono como combustible, por lo que pueden utilizarse mezclas de CO e H₂ como las que se producen en un gasificador de carbón. Pero el hecho de ser el electrolito líquido requiere de un sofisticado diseño y es muy exigente con los materiales.

SOFC (pilas de óxidos sólidos): Usan electrolito sólido, generalmente el conductor de iones óxido circonita. Este óxido es buen conductor de ión óxido a partir de unos 1000°C. Los combustibles más adecuados son el H₂, el CO y el metano, mientras que en el cátodo se suministra aire u oxígeno. La elevada temperatura de operación hace posible el reformado interno de metano, evita el uso de catalizadores caros como el Pt, y hace eficiente la utilización del calor transportado por los productos de la reacción en calefacción y producción de agua caliente o turbinas.

ELECTROLIZADOR

El electrolizador es el dispositivo encargado de la producción de hidrógeno mediante la descomposición del agua en el proceso de electrólisis. Esta descomposición tiene lugar en dos reacciones parciales en los electrodos del sistema, separados por un electrolito que es capaz de conducir iones. En el electrodo negativo o cátodo se produce hidrógeno y en el positivo o ánodo se libera oxígeno.

La energía total que se necesita para la electrólisis del agua aumenta lentamente con la temperatura, mientras que la energía eléctrica requerida disminuye. La electrolisis a alta temperaturas es posible cuando se dispone de una cantidad alta de calor, procedente del rechazo de otro proceso.

La electrolisis de agua es una tecnología fiable, con muchos años de experiencia acumulada en la industria, y con numerosos proveedores de equipos y componentes. Como tecnología de obtención de hidrógeno, permite obtenerlo de gran pureza. El coste está determinado por el de la electricidad que se utilice. Y en todo caso, es importante recordar que el coste final del hidrógeno en un lugar determinado estará condicionado por los gastos de transporte y almacenamiento, así como los beneficios de los intermediarios.

Fundamentos

Desde un punto de vista termodinámico, el trabajo eléctrico (W_{el}) necesario para provocar la electrolisis del agua, de modo reversible, coincide con la variación de energía libre de Gibbs ΔG ($\Delta G = W_{el}$). La fuerza electromotriz en bornas de la celda, V , está relacionada con W_{el} por la expresión: $W_{el} = qV$ donde, q es la carga eléctrica transferida por un circuito externo a la celda [4]. La ley de Faraday relaciona este trabajo eléctrico y la velocidad de conversión en términos de cantidades molares. La expresión de la ley de Faraday es:

$$W_{el} = \Delta G = qV = nFV$$

donde n es el número de electrones transferidos en la electrolisis del agua, V es el voltaje aplicado en bornas del electrolizador y F es la constante de Faraday.

La fuerza electromotriz para una reacción electroquímica reversible se denomina voltaje reversible. Este voltaje, en términos de la variación de energía libre de Gibbs puede expresarse como:

$$V_{rev} = \Delta G/n F$$

Igualmente, la variación de entalpía se puede relacionar con el voltaje, definiéndose el voltaje termoneutro por la expresión:

$$V_{tn} = \Delta H/n F$$

En condiciones standard, $V_{rev}=1,229$ V y $V_{tn}=1,482$ V. Estos voltajes cambian con la temperatura y la presión, del mismo modo en que cambian ΔG e ΔH (ver figura 5).

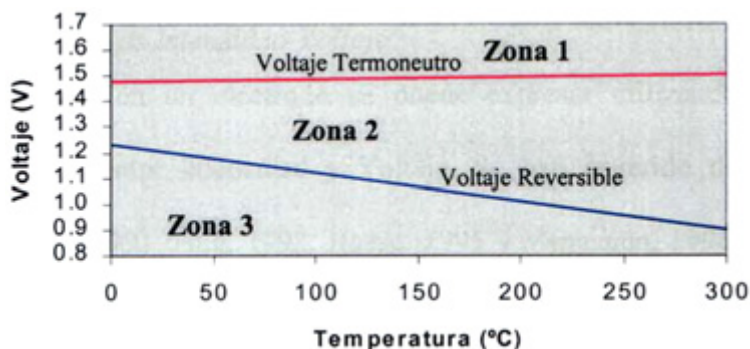


FIGURA 5. Dependencia del voltaje reversible y termoneutro con la temperatura.

En la figura 5 se muestran la variación del voltaje reversible y termoneutro en función de la temperatura y las tres zonas susceptibles de presentarse durante la electrolisis del agua:

Nos encontramos en la Zona 1 cuando, a una determinada temperatura, aplicamos un voltaje superior al Voltaje termoneutro para esa presión y temperatura. En esa región, se produce la electrolisis del agua y el exceso de energía aplicado, la diferencia entre el voltaje aplicado y el voltaje termoneutro, se degrada en forma de energía térmica que ha de ser evacuado por el sistema de refrigeración del electrolizador.

Cuando aplicamos un voltaje comprendido, para una presión y temperatura, entre el voltaje reversible y termoneutro (zona 2), se produce la electrolisis siempre que aportemos como energía térmica el producto de la diferencia entre el voltaje termoneutro y el voltaje aplicado y la intensidad que recorre el electrolizador.

Si se aplica un voltaje inferior al voltaje reversible (zona 3), la electrolisis del agua es imposible y la intensidad consumida por éste será nula.

El rendimiento del electrolizador se ve influenciado al igual que pasaba en el caso de la pila de combustible por una serie de pérdidas.

Las pérdidas por activación se refieren a la velocidad de las reacciones que tienen lugar en la superficie de los electrodos. Durante las reacciones químicas en los electrodos, una parte de los voltajes generados se pierden. Esto se conoce como pérdida por activación debido a la energía de activación necesaria en el ánodo y en el cátodo.

Las pérdidas óhmicas son debidas a la resistencia de la instalación eléctrica y a la resistencia de las imperfecciones de los electrodos, y dependen del material con el que esté hecho el electrolito, los electrodos, las placas bipolares y la interfase entre el electrodo y el electrolito.

Las pérdidas de concentración se refieren a la reducción de la concentración de reactivo en los canales del gas. Las pérdidas de concentración son insignificantes a bajas corrientes pero comienzan a ser importantes a corrientes elevadas y cuando la tasa de suministro de combustible y el oxidante es elevada y la concentración del gas en el canal es mínima.

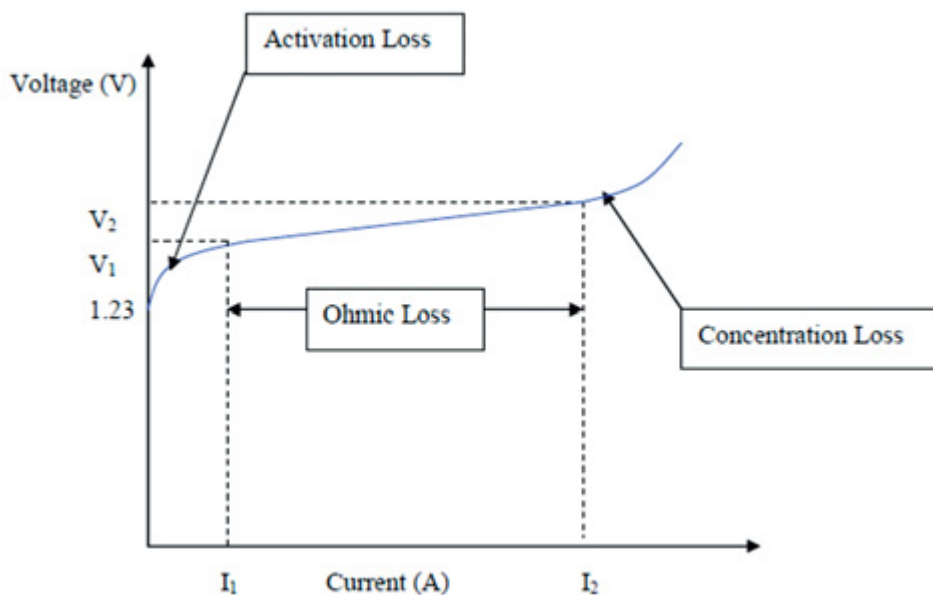


FIGURA 6. Curva de polarización.

Las pérdidas de corriente interna se deben al combustible y oxidante que pasan a través de la membrana y que no producen trabajo útil. Además, la conducción de electrones en la membrana puede dar lugar a pérdidas. Estas pérdidas afectan al rendimiento, sobre todo en circuito abierto, pero son insignificantes a corrientes altas. Las pérdidas de corriente interna significan que es frecuente el exceso de actividad química.

La curva de polarización de las pérdidas se muestra en la figura 6 donde se puede observar que I_1 es el valor de la corriente donde la pérdida por activación ya no es el principal valor de las pérdidas y donde las pérdidas óhmicas empiezan a ser importantes. I_2 es la corriente donde las pérdidas por concentración pasan a ser significativas.

Tipos de electrolisis

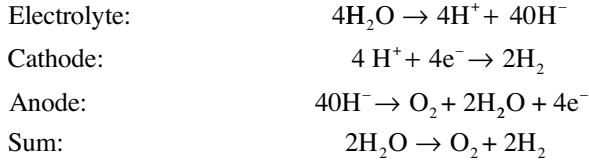
El agua se puede descomponer en hidrógeno y oxígeno utilizando una corriente eléctrica (continua) entre dos electrodos separados por un electrolito con una conductividad iónica adecuada [5].

Para que esta reacción se produzca, se debe aplicar un voltaje mínimo entre ánodo y cátodo. Este voltaje mínimo, que puede calcularse a partir de la variación de energía libre de Gibbs se denomina voltaje reversible.

Electrólisis alcalina

La electrolisis utiliza una disolución alcalina de KOH como un electrolito que circula por la celda electrolítica. Se utiliza para aplicaciones estáticas y se puede operar a unos

25 bares. Es una tecnología viable con muchas aplicaciones industriales. Estas son las reacciones que tienen lugar en la celda electrolítica:



Los electrolizadores comerciales consisten en un número de celdas electrolíticas unidas a una celda fija. Se está buscando el diseño de electrolizadores de un menor coste y con mayor eficiencia energética (figura 7).

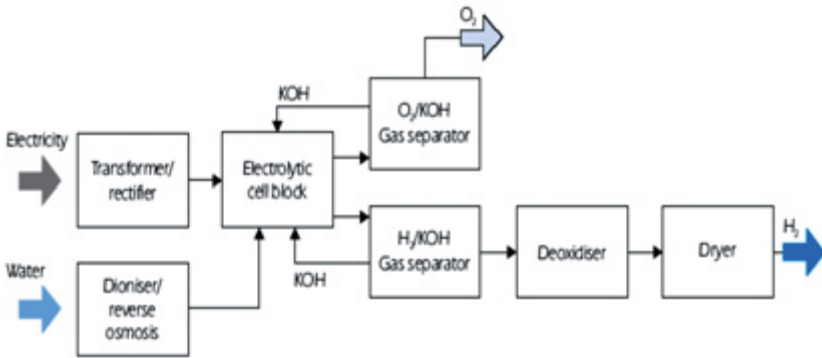
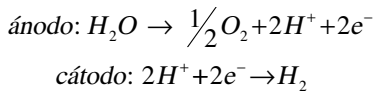


FIGURA 7. Diagrama de bloques electrolizador alcalino.

Electrolisis por membrana de electrolito polimérico (PEM)

Los electrolizadores PEM requieren un electrolito no líquido, lo cual simplifica el diseño significativamente. El electrolito es una membrana polimérica ácida. Estos electrolizadores pueden trabajar a varias centenas de bares y se pueden utilizar en aplicaciones estáticas y móviles. El inconveniente de este sistema el limitado tiempo de vida de las membranas y sus principales ventajas son su mayor seguridad, un diseño más compacto y operar a presiones y temperaturas mayores. Esta tecnología está todavía en desarrollo.



Electrolisis a altas temperaturas

Está basado en la tecnología de células de combustible a altas temperaturas. La electricidad requerida para romper al agua a 1000°C es menor que la necesaria para electrolisis a 100°C. Esto significa que los electrolizadores a altas temperaturas pueden operar a una mayor eficiencia que los electrolizadores ordinarios. A estas temperaturas las reacciones de electrodo son más reversibles y la reacción de la celda de combustible se revierte más fácilmente a la reacción de electrolisis.

Fotoelectrolisis

Los sistemas fotovoltaicos unidos a electrolizadores están comercialmente disponibles. Los sistemas ofrecen una mayor flexibilidad, produciendo energía desde las células fotovoltaicas e hidrógeno desde el electrolizador. La fotoelectrolisis directa representa una alternativa avanzada a la anterior, uniendo los dos sistemas en un único aparato.

Funcionamiento

Electrolizadores PEM

El principio de funcionamiento de un electrolizador PEM es el inverso al de una pila de combustible PEM. Sin embargo, los materiales, normalmente, son diferentes a los de las pilas de combustible PEM. Los materiales de carbono, tales como soporte de catalizadores, estructuras porosas y placas bipolares, usados normalmente en pilas de combustible no pueden ser utilizados en el ánodo del electrolizador debido a la corrosión por parte del oxígeno. Además de la celda electrolítica, un electrolizador debe tener una fuente de alimentación con regulador de tensión, un sistema de almacenamiento de agua, bomba de circulación de agua, separadores agua-gas para hidrógeno y opcionalmente para oxígeno, intercambiador de calor, controles e instrumentación, incluidos los de seguridad.

La electrolisis del agua basada en electrolizadores PEM, ofrece una serie de ventajas, tales como la seguridad ecológica, la alta pureza del gas (más del 99,99 % para el hidrógeno) y la posibilidad de producir gases comprimidos (hasta 200 bar) de presión para el almacenamiento directo sin necesidad de consumos de energía adicionales. Los electrolizadores PEM se consideran los dispositivos más atractivos para acelerar la transición hacia la economía del hidrógeno.

En los electrolizadores (PEM), el electrolito alcalino es reemplazado por una membrana de intercambio de iones, que hace las veces de separador y de electrolito participando de forma activa en el proceso de disociación de la molécula de agua, lo cual simplifica el diseño significativamente. La electrolisis PEM (PEME) es también conocida como SPE: «solid polymer electrolyte» o PEM: «polymer electrolyte membrane», pero todas representan un sistema que incorpora una membrana sólida conductora de protones, la cual no es conductora de electricidad. El agua de alimentación requerida para el proceso de electrolisis puede ser suministrada en cualquiera de los electrodos. La configuración principal de un PEME se muestra en la Figura 8.

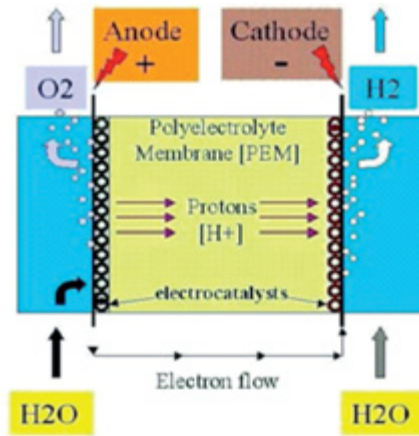


FIGURA 8. Esquema gráfico de un electrolizador de membrana polimérica (PEME).

Su rendimiento es una función principalmente del comportamiento de la membrana y los electrocatalizadores. Esto resulta crucial bajo operación a alta densidad de corriente, lo cual es necesario para aplicaciones a escala industrial. Estos electrolizadores pueden trabajar a varias centenas de bares y se pueden utilizar en aplicaciones estáticas y móviles

Electrolizadores alcalinos

Un electrolizador alcalino emplea una solución alcalina, normalmente hidróxido de potasio (KOH), como electrolito. En la configuración monopolar las celdas electrolíticas están conectadas eléctricamente en paralelo, los cátodos de todas las celdas electrolíticas están conectados entre sí y al igual que los ánodos, pero tanto ánodos como cátodos están físicamente separados (ver figura 9).

La configuración bipolar es aquella en que las celdas electrolíticas están conectadas en serie, el ánodo de una celda se conecta al cátodo de la siguiente, es esta configuración el ánodo y el cátodo se montan juntos separados por un aislante eléctrico usualmente cerámico, es la configuración que suelen usar los electrolizadores que operan a sobrepresión (ver figura 10).

Las principales ventajas de los electrolizadores bipolares frente a los unipolares son: menor espacio requerido y embarrados eléctricos más pequeños. Las desventajas se centran en la existencia de corrientes parásitas colaterales que disminuyen la eficiencia de Faraday [6].

La figura 11 muestra la configuración básica de una celda electrolítica alcalina. Así, ánodo y cátodo se encuentran separados por un diafragma cerámico o de polisulfonato, el cual permite fluir a la corriente pero es impermeable a los gases. La celda está llena de un electrolito. Durante la electrolisis, se forma oxígeno en el ánodo e hidrógeno en el cátodo.

Los iones hidroxilo (OH^-) y potasio (K^+) disueltos el agua atraviesan el diafragma portando la carga eléctrica, cuando un ión hidroxilo llega al ánodo se separa en agua lí-

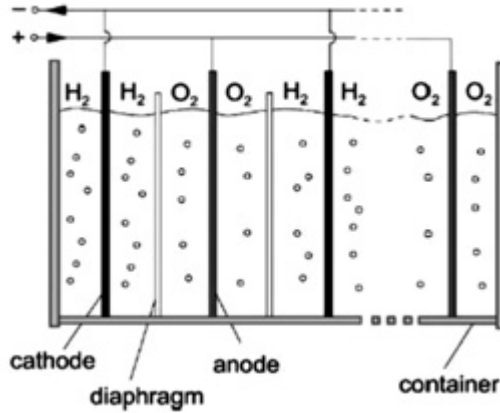


FIGURA 9. Esquema de un electrolizador monopolar.

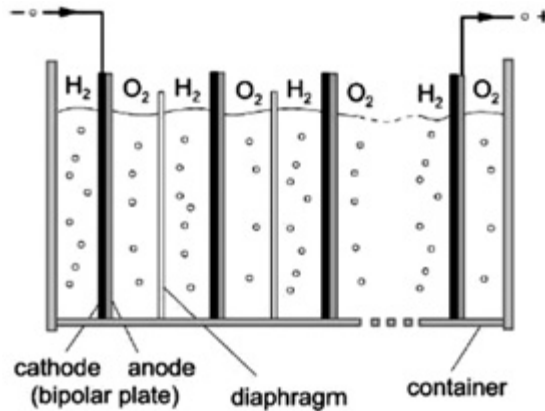


FIGURA 10. Esquema de un electrolizador bipolar.

quida y oxígeno gaseoso liberando un electrón que es recogido por el ánodo debido a la diferencia de potencial inducida por la fuente de tensión continua colocada entre los electrodos. Los electrones, cuando llegan al cátodo se combinan con las moléculas de agua líquida separándolas en hidrógeno gaseoso e iones hidroxilo que se ven obligados a migrar otra vez hacia el ánodo por la acción del campo eléctrico.

PILA DE COMBUSTIBLE REVERSIBLE POLIMÉRICA

Una pila de combustible puede definirse como un dispositivo electroquímico que transforma directamente la energía química, almacenada por un combustible, en energía eléctrica. Para ello, la mayoría de las pilas de combustible utilizan hidrógeno o algún hidrocarburo (metano - CH_4 ó metanol - CH_3OH), como combustibles, y oxígeno o aire

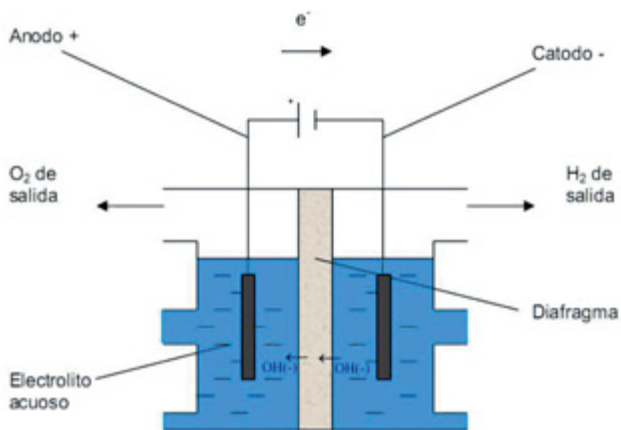


FIGURA 11. Esquema de funcionamiento de un electrolizador alcalino.

como oxidantes. De esta forma, se produce una reacción espontánea, entre los dos gases con los que se alimenta a la pila, y en la que los productos son: anhídrido carbónico, agua, electricidad y calor.

En caso de emplear hidrógeno como combustible, se trata, por tanto, de una reacción limpia, en la que el único producto es el vapor de agua que puede ser liberado a la atmósfera sin ningún peligro para el medio ambiente. Esta reacción es la inversa de la electrólisis, en la que oxígeno e hidrógeno son generados a partir de agua y una corriente eléctrica en una reacción reversible, es decir, que se puede llevar a cabo en ambos sentidos, como queda representado en la figura 12.

Las pilas de combustible poliméricas se están convirtiendo en un medio razonable para la generación de electricidad distribuida debido, en gran parte, a su gran eficiencia en la conversión del combustible. En los sistemas de almacenamiento de energía basados en pilas de combustible, la pila se combina con un electrolizador para conformar un sistema denominado «Pila de combustible regenerativa» (Regenerative Fuel Cell - RFC), en los que, mediante una fuente de energía eléctrica externa, se alimenta al electrolizador, se almacena el H_2 y el O_2 generados, y cuando exista demanda, estos gases alimentan a una pila de combustible que vuelve a generar electricidad. Este esquema se puede apreciar en la figura 13.

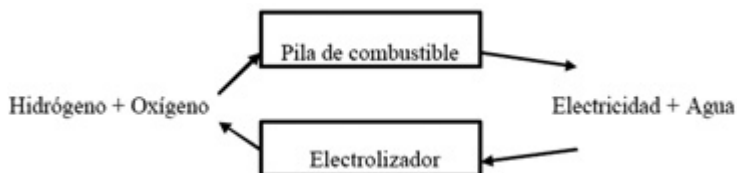


FIGURA 12. Funcionamiento como pila de combustible y como electrolizador.

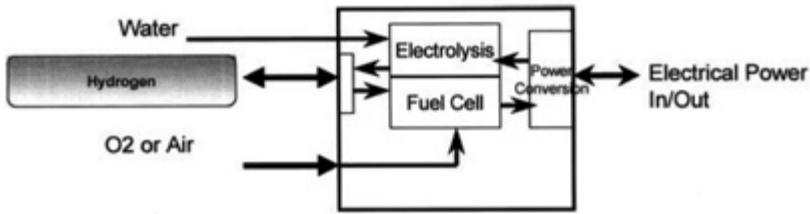


FIGURA 13. Esquema de una pila de combustible regenerativa.

La clave para la efectividad de estos sistemas es la capacidad de poder separar la función de almacenamiento de energía de la función de generación de energía, pudiendo optimizar cada función por separado. Sin embargo, el alto coste de los electrolizadores, así como de las pilas, hacen que estos sistemas no hayan proliferado en el mercado [7].

Debido a esto, aparece la figura de la pila regenerativa unificada o pila de combustible reversible (Unitized Regenerative Fuel Cell - URFC). En dicha pila, el electrolizador y la pila de combustible conforman un único dispositivo (ver figura 14), es decir, se trata de una pila de combustible que puede funcionar como electrolizador y como pila de combustible. Es un sistema más simple y más compacto que el RFC, sin embargo, presenta varios problemas, ya que hay que dimensionar el dispositivo para que se produzcan ambas reacciones con rendimientos razonables.

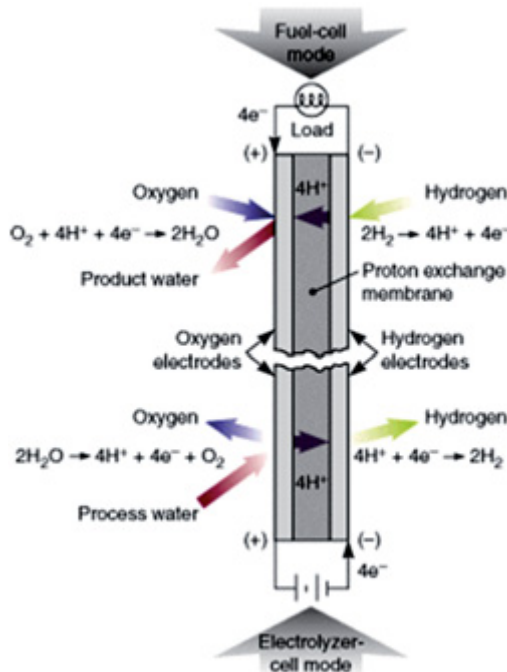


FIGURA 14. Pila regenerativa unificada o pila de combustible reversible.

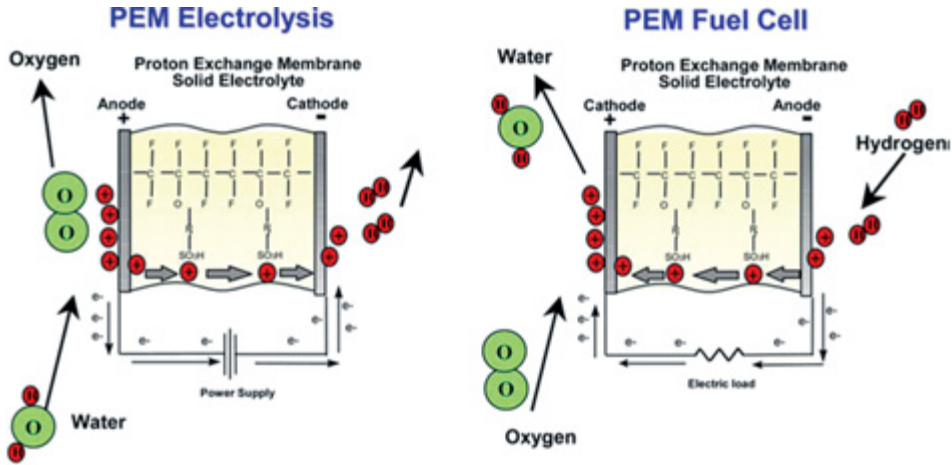


FIGURA 15. Similitud entre el principio de funcionamiento de la pila de combustible polimérica y el electrolizador polimérico.

En cuanto a pilas de combustible reversibles se pueden considerar dos tipos, las poliméricas y las de óxidos sólidos. Se consideran estos tipos debido a la similitud existente entre las pilas de combustible y los electrolizadores. En este artículo, nos centramos en las pilas de combustible reversibles poliméricas ya que son las más desarrolladas a día de hoy y se considera que tienen un potencial importante (ver figura 15).

Diversos estudios experimentales están investigando en la manera de hacer que el funcionamiento y el rendimiento de la pila regenerativa unificada (URFC) sea el óptimo. La clave para este desarrollo tecnológico es la elaboración de catalizadores y electrodos bifuncionales, así como el tratamiento del agua en la pila, aspectos que deben optimizar el funcionamiento del dispositivo en ambos modos. A continuación, se describen los avances que se están logrando en investigaciones en este sentido [8]:

Tratamiento del agua

Como se ha comentado anteriormente, en modo de pila los productos son calor, agua y electricidad (DC), cuando alimentamos con hidrógeno. En el modo de funcionamiento reversible, se debe alimentar a la pila con agua cuando funcione como electrolizador para que pueda descomponer el agua en hidrógeno y oxígeno, mientras que se debe extraer el agua sobrante en modo de pila, para evitar inundarla.

Sin embargo, no se puede extraer completamente el agua, ya que se debe mantener un cierto nivel de humedad, para que la membrana no pierda conductividad protónica. Por lo tanto, hay que alcanzar un compromiso en el nivel de humedad de la pila, de tal forma, que sea el óptimo en ambos sentidos.

Electrodos reversibles bifuncionales

Los materiales de los electrodos deben ser inertes, por lo que no se consumen durante el funcionamiento de la pila, aunque si deben tener propiedades catalizadoras de la reacción en ambos sentidos. Para poder realizar estos electrodos es necesario optimizar el catalizador en las funciones de carga y descarga por separado. Debido a que la mayoría de la corriente tiende a generarse en la superficie frontal de la capa de catalizador del electrodo, el espesor de la misma debe reducirse al máximo y debe adherirse fuertemente al electrodo.

Un electrodo con una estructura de doble capa de catalizador tiene un grosor demasiado grande, por lo que inhibe el transporte de masa y aumenta las pérdidas óhmicas. Por lo tanto, es deseable una fina capa de catalizador sobre el electrodo, como se ha desarrollado en algunos estudios experimentales, lo cual reduciría la cantidad de catalizador que hay que usar en cada electrodo y minimizaría las pérdidas por transporte de masa y óhmicas. Además se ha demostrado experimentalmente que con una fina capa de catalizador, con un espesor entre 3 y 5 nm se consigue una muy buena adhesión del electrodo a la membrana.

El catalizador no debe afectar la dirección de la reacción

El catalizador también debe ser bifuncional, es decir, debe acelerar tanto la reacción de electrólisis en funcionamiento como electrolizador como la reacción de formación del agua en modo generador de pila de combustible.

El catalizador convencional es el platino (Pt). Sin embargo, varias investigaciones están probando con otros materiales, tales como el óxido de iridio, el platino negro, rutenio u óxido de rutenio. Además, se ha llegado a la conclusión de que el electrodo crítico es el del oxígeno, por lo que se está investigando en usar distintos catalizadores en cada electrodo.

Curvas de polarización

Estas curvas detallan la relación entre la densidad de corriente (J) y el voltaje de celda (V) para el funcionamiento como generador y para el funcionamiento en modo electrolizador. Basándose en estas curvas, numerosas investigaciones están intentando realizar modelos electromecánicos del funcionamiento de la pila de combustible.

En la figura 16 se puede apreciar la curva de polarización para el funcionamiento en modo generador.

Despreciando las pérdidas de entropía y las debidas a las irreversibilidades, podemos distinguir claramente tres zonas:

En la primera, el voltaje de la pila decrece debido a la reacción electroquímica de activación, principalmente, en el electrodo del oxígeno.

En la segunda, la curva es lineal, lo cual nos induce a pensar en pérdidas resistivas (óhmicas).

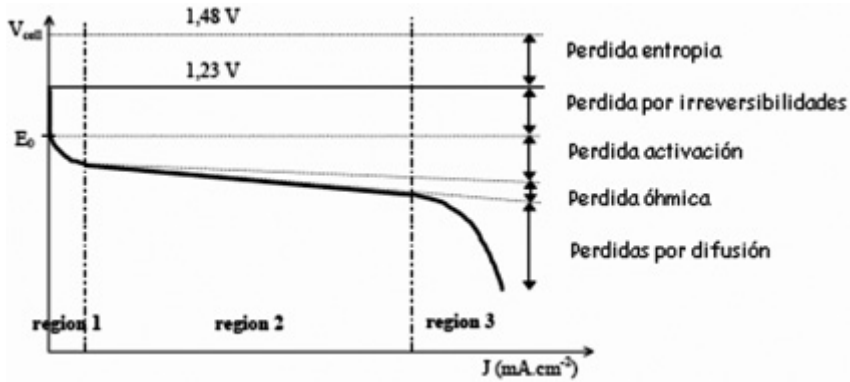


FIGURA 16. Curva de polarización característica.

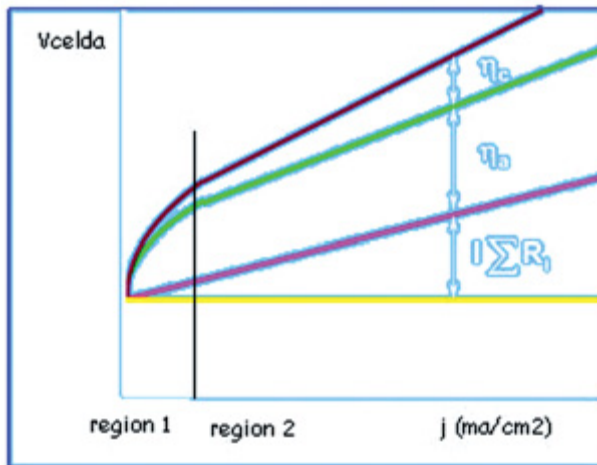


FIGURA 17. Curva de polarización en modo electrolizador.

Por último, en la tercera región, el voltaje decrece debido a las pérdidas por difusión.

En el modo de electrólisis, el dispositivo tiene un comportamiento simétrico, es decir, a medida que aumenta la densidad de corriente el voltaje es mayor. Esto se puede apreciar en la figura 17.

CONCLUSIONES

El consumo creciente de energía y en particular de electricidad, la preocupación mayor por el medio ambiente y la limitación de existencias de combustibles fósiles, recomiendan una evolución hacia las fuentes energéticas renovables. El aprovechamiento de las energías renovables es limitado como consecuencia de su variabilidad y se necesitan sistemas de almacenamiento que garanticen la continuidad del servicio. El hidrógeno es un com-

bustible abundante en la naturaleza, constituyente molecular del agua, es un gas ligero y puede servir como almacén energético, produciéndose por electrólisis del agua con los excedentes energéticos y posteriormente puede liberar la energía almacenada por cualquier sistema de combustión o en las células de combustible. En ambos casos dará como único producto residual agua, es decir que sería un sistema de almacenamiento completamente renovable.

Actualmente, el sistema de almacenamiento de energía en forma de hidrógeno mas habitual esta compuestos por un electrolizador, un almacenamiento de hidrógeno y una pila de combustible. Centrándonos por ejemplo en un parque eólico, en ocasiones es necesario parar alguna de sus turbinas eólicas por falta de capacidad de la red eléctrica para evacuar la energía eléctrica generada. Gracias al almacén de energía mediante el hidrógeno no sería necesario parar la turbina eólica, ya que con el excedente de energía que la red eléctrica no es capaz de absorber se alimentaría a un electrolizador generándose hidrógeno que se almacenaría para ser posteriormente utilizado mediante pila de combustible para generar energía eléctrica cuando la red tenga capacidad de absorberla.

Actualmente se esta investigando intensamente en componentes tanto de pilas de combustible como de electrolizadores con el objeto de reducir costos y hacer mas competitiva la tecnología del hidrógeno y las pilas de combustible. En este punto es donde la pila de combustible reversible polimérica tiene un gran interés, ya que para el tipo de aplicación comentada (almacén energético en forma de hidrógeno) un único equipo, la pila de combustible reversible polimérica, podría sustituir al electrolizador y a la pila de combustible. Este hito sería de gran interés e iría en consonancia con la línea de las investigaciones de reducción de costos al pasar de dos equipos a un equipo solamente.

El desarrollo de la pila de combustible reversible polimérica es complejo y hay que realizar una investigación importante en materiales de electrodos, membranas, etc. El desarrollo y comercialización de un equipo de estas características a un precio de mercado daría un impulso muy importante a las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible.

BIBLIOGRAFÍA

- 1— Van Der Does, T.: «Fuel cell co-generation: the future of co-generation» *Journal of Power Sources* 61 (1996) 49-51.
- 2— Rohland, B. y otros: «Hydrogen and fuel cells- the clean energy system» *Journal of Power Sources* 37 (1992) 271-277.
- 3— Hirshenhofer, J. H. y col.: «Fuel cell. A Handbook (Revision 3)» DOE/METC-94/1006. Enero 1994.
- 4— Jens Oluf Jensen y otros: «Pre-investigation of water electrolysis». February 2008.
- 5— Juan Rafael López Ramírez: Proyecto fin de carrera «Modelo dinámico de un electrolizador alcalino». Universidad de Sevilla. 2009
- 6— Manuel Felipe Rosa Iglesias: Tesis Doctoral «Estudio teórico y experimental sobre la producción de hidrógeno electrolítico a partir de energía solar fotovoltaica: diseño, operación y evaluación de una planta piloto de producción de hidrógeno electrolítico de 1,2 Nm³/h». Universidad de Sevilla. 2003.
- 7— Dicks A., Larminie, J.: «Fuel cell systems explained», 2.ª edición-West Sussex: John Wiley & sons, 2003.
- 8— Tsutomu Ioroi, Kazuaki Yasuda, Zyun Siro-ma, Naoko Fujiwara, Yoshinori Miyazaki, «Thin film electrocatalyst layer for unitized regenerative polymer electrolyte fuel cells», *Journal of Power sources*, Agosto 2002.

LA UNIÓN EUROPEA Y EL TRATADO DE LISBOA

DR. D. FERNANDO DE SALAS LÓPEZ
Académico Correspondiente de la Real Academia de Doctores de España

ÍNDICE

1. ¿QUÉ ES LA UNIÓN EUROPEA? SU PROCESO DE FORMACIÓN A GOLPES DE TRATADOS, NO DE GUERRAS. ¿UNA REALIDAD O UNA UTOPIÍA?
 - 1.1. Su proceso de formación a golpe de Tratados no de guerras.
 - 1.2. ¿Una realidad o una Utopía?
2. SUCESIVOS TRATADOS: APORTACIONES, «LABERINTOS Y PROPUESTAS»
 - 2.1. Aportaciones de cada Tratado.
 - 2.2. «Laberintos» de los Tratados.
 - 2.3. Propuestas para mejorar los Tratados.
 - 2.3.1. Propuesta de cambiar la numeración del Tratado de Maastricht.
 - 2.3.2. Propuesta para mejorar el proyecto de Tratado de la Constitución Europea.
3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRATADO DE LISBOA.
 - 3.1. El Tratado de Lisboa y sus aportaciones.
 - 3.2. Ceder soberanía los actuales Estados Miembros a la Unión Europea.
 - 3.3. ¿Qué pretende el Tratado de Lisboa?
 - 3.4. Propuesta para mejorar el «laberinto» del Tratado de Lisboa.
4. PRESIDENCIA ESPAÑOLA DE LA UE (1 DE ENERO DE 2010 A 30 DE JUNIO 2010). DOS APORTACIONES URGENTES.
5. UNA ASIGNATURA PENDIENTE: CONSOLIDAR LA CIUDADANÍA EUROPEA Y LA COOPERACIÓN DE LOS CIUDADANOS CON SUS INICIATIVAS, OBSERVACIONES Y EXIGENCIAS.
6. ANEXO N.º 1. Escrito del Embajador de Francia en España.
7. ANEXO N.º 2. Nota Biográfica.
8. ANEXO N.º 3. Bibliografía.
9. ANEXO N.º 4. Cómo conectar con la Unión Europea.

1. ¿QUÉ ES LA UNIÓN EUROPEA?

La Unión Europea (UE), cuyo 50 aniversario celebramos en 2007, es una familia de países europeos democráticos que se han comprometido a trabajar juntos por la paz, prosperidad, el bienestar de sus pueblos y de sus ciudadanos. Desde enero de 2007 comprende 27 países y alrededor de 500 millones de personas, y se ocupa de numerosas cuestiones que influyen en nuestra vida diaria, según indica el folleto titulado «50 Años construyendo Europa», publicado en 2007 por la Representación de la Comisión en España,

La estructura y el funcionamiento de la Unión Europea constituyen una experiencia única en el mundo. Los países que la forman son naciones soberanas independientes que delegan parte de su soberanía en las instituciones, que ellos mismos han creado, para que se puedan tomar, de forma democrática y a escala europea, decisiones sobre asuntos de interés conjunto. Esta unión los hace más fuertes y les permite disfrutar de una influencia mundial que ninguno de ellos podría alcanzar de manera individual.

Entre otros muchos asuntos sobre los que las instituciones europeas toman decisiones para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos figuran los relativos a agricultura, medios de comunicación, cultura, consumo, ayuda humanitaria, economía, educación, derechos humanos, juventud, investigación, energía, justicia, libertad, medio ambiente, pesca, salud pública, empleo o transportes.

La Unión Europea defiende valores como la democracia, la libertad y la justicia social y fomenta la cooperación entre los países promoviendo la unidad, dentro del respeto a la diversidad. Al mismo tiempo garantiza que las decisiones que se adopten tengan en cuenta a la mayoría de los ciudadanos.

La estructura jurídica de la Unión Europea es única. Las tres principales instituciones de toma de decisiones son: El Consejo de la Unión Europea, que es la más importante a la hora de adoptar decisiones y donde están representados los Estados miembros. El Parlamento Europeo, que representa a los ciudadanos de la UE y cuyos miembros son elegidos por ellos. La Comisión Europea que defiende los intereses de la Unión en su conjunto. Estas tres instituciones deciden las políticas y leyes que se aplican en la UE. Las normas y procedimientos que las instituciones deben seguir se establecen en los Tratados. (El Tratado de Lisboa introducirá modificaciones)

Cualquiera que sea su postura actual sobre Europa, partidario o euroescéptico, voy a recordarles con «espíritu abierto», en qué líneas de acción política se mueven los políticos actuales que desde Jean Monnet y Robert Schuman, al terminar la Segunda Guerra Mundial, empezaron a pensar en una nueva Europa, en los años 50, que caminara hacia el futuro de una forma política inmediata y renovadora, a Golpes o Etapas de Tratados no de Guerras, pero teniendo presente la Declaración de Robert Schuman el 9 de mayo de 1950: *Europa no se hará de una vez, ni en una obra de conjunto: se hará gracias a realizaciones concretas, que creen en primer lugar una solidaridad de hecho».*

1.1. Su Proceso de formación a golpes de Tratados, no de Guerras.

Es digno destacar que la Unión Europea se viene formando y se consolida, día a día, sin Guerras. Realiza el Proceso de su integración por medios pacíficos, a «Golpes de Tratados».

Estas han sido sus principales etapas: Tratado de París (1952), constitutivo de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero; Tratado de Roma (1957), constitutivo de la Comunidad Económica Europea y del EURATOM; Acta Única Europea (1986); Tratado de Maastricht (1992); Tratado de Ámsterdam (1997); Tratado de Niza (2001); Tratado por el que se establece una Constitución para Europa, firmado por los Estados miembros en Roma (2004), Francia y los Países Bajos rechazan el Tratado sobre la Constitución en Referéndum (mayo-junio 2005); Firma del Tratado de Lisboa por los veintisiete Estados miembros (13 de diciembre de 2007); Ratificado por Irlanda el 02-10-2009, por Polonia el 10-10-2009, y la República Checa el 03-11-09. Estos Tratados han cambiado y mejorado la vida de los 500 millones de europeos, «unidos en su diversidad». Constituye un éxito de la Comisión y de las Instituciones de la UE. Ahora, la base jurídica de la UE la formarán el Tratado de la UE, el Tratado de Funcionamiento de la UE y la Carta de los Derechos Fundamentales de la UE. Los tres Tratados tendrán igual valor jurídico. Conviene destacar que el Tratado de Lisboa se refiere de una forma muy especial y tiene como primer objetivo la *defensa de los valores humanos*, por ser los ciudadanos el componente principal y básico de la sociedad. Va a entrar en vigor el martes 1 de diciembre de 2009 convertido en día histórico, por su trascendencia política para los 500 millones de europeos que empezarán a notar que Europa comienza a moverse en una nueva etapa, dentro de los 60 años de su Proceso. A esta situación de cambio impulsada por el Tratado de Lisboa en sus principales disposiciones voy a referirme, en apretada síntesis, ante la magnitud del tema, para aportar información y algunas reflexiones innovadoras, el 23 de noviembre de 2009.

Esta nueva andadura europea se va a llevar a cabo con una gran ilusión de futuro político, social y económico para recuperar el tiempo perdido, desde que Irlanda con su No al Tratado de Lisboa provocó la detención en junio 2008. Existen designaciones urgentes a realizar: el nuevo Presidente de la Unión Europea; El Alto Comisionado para la Seguridad y Defensa, cargo que ha realizado durante 10 años el español Javier Solana (previsto para el día 19 de noviembre); y el Secretario General del Consejo. Todas ellas son elecciones difíciles de ejecutar con acierto, por la importancia que tiene la personalidad de los líderes en la forma de ejercer los cargos que desempeñan.

1.2. ¿Una realidad o una Utopía?

Jean Monnet y Robert Schuman, hicieron el proyecto de la Unión Europea después de la Segunda Guerra Mundial. Hubo muchas dudas sobre su éxito, entre euroescépticos e indiferentes recordaban que franceses y alemanes habían tenido tres guerras: la franco prusiana, la Primera y la Segunda Guerras Mundiales, las dos últimas con un abultado resultado de bajas IGM (1914 - 18): 7.970.000 muertos; 19.536.000 heridos y 4.000.000 desaparecidos. II GM (1939 - 45): 55.000.000 muertos; 35.000.000 heridos y 3.000.000 desaparecidos. En un total de solo 35 años, del siglo XX hubo 62.000.000 de muertos, 54.534.000 de heridos, 7.000.000 de desaparecidos más las bajas de otros conflictos menores (Campañas de Marruecos de Francia y España, Guerra Civil Española, etc.) Con razón se ha calificado al siglo XX como el más sanguinario de la Historia.

Ante tal número de bajas, y de los sufrimientos que las guerras causan así como la destrucción de infraestructuras que cuestan años en reconstruir, y los odios y rencores que se generan, muchos creían que la tensión franco-alemana continuaría siempre. No contaban con la capacidad de olvido y de superar el pasado, propia de los humanos, para poder dedicarse a solucionar los problemas del presente-futuro. La transformación y el cambio

no cesan. El concepto de UTOPIA se ha transformado. Ha perdido su concepción totalitaria de «*irrealizable*». En el Diccionario de la Lengua Española de 2001 ha cambiado esencialmente el sentido. Es un *Plan, proyecto, doctrina o sistema optimista que aparece como irrealizable en el momento de su formulación*. Si en la década de los años 50 muchos creíamos que la integración de Europa era una utopía, en los comienzos del siglo XXI la vemos convertida en una realidad, cada día más sentida e importante, no solo a las vidas de sus 27 Miembros, sino también en las Relaciones Internacionales Mundiales, donde ya se considera como un «Sujeto de Política Internacional» convertido en una gran potencia.

La Unión Europea otorga gran importancia al **Cambio Climático**. Para algunos otra Utopía. Aunque la crisis económica actual parece que ha frenado alcanzar acuerdos en la Cumbre de Barcelona (2009), en la próxima Cumbre de Naciones Unidas sobre el clima de Copenhague (diciembre de 2009), la UE ha asegurado que varios miembros, entre ellos España, cumplirán con el Protocolo de Kioto.

2. SUCEIVOS TRATADOS: APORTACIONES, «LABERINTOS» Y PROPUESTAS

2.1. Aportaciones de cada Tratado

El Tratado de Roma, de 25 de marzo de 1957, formado por seis países: Alemania, Bélgica, Francia, Italia, Luxemburgo y Países Bajos), fue firmado en Roma con el nombre de Tratado Constitutivo de la Comunidad Económica Europea (CEE)

El Acta Única Europea, firmada en febrero de 1986, permitió a la Unión construir su mercado único y establecer, dentro de su territorio, la libre circulación de personas, mercancías, servicios y capitales, en beneficio de las empresas y los ciudadanos europeos.

El Tratado de Maastricht, firmado seis años más tarde, permitió a la Unión progresar en varios ámbitos: la introducción de una moneda única, una política exterior y de defensa común y la cooperación en el ámbito de la justicia y los asuntos de interior.

Después de Maastricht, no obstante la profundización de la Unión política europea, se perdió impulso. Las dos Conferencias Intergubernamentales que dieron lugar a la firma de los *Tratados de Ámsterdam*, en 1997, y Niza, en 2001, aunque hicieron posibles algunos logros, estuvieron animadas de una voluntad política menos firme y numerosas cuestiones institucionales, a pesar de revestir una importancia capital en vísperas de la ampliación de la Unión, permanecieron sin respuesta (cómo garantizar el buen funcionamiento de una Unión integrada por veinticinco o más Estados miembros, y cómo garantizar la legitimidad de las instituciones que representan a los Estados y los pueblos europeos).

El Tratado de Ámsterdam (1997) permitió ordenar adecuadamente el articulado del Tratado de Maastricht.

En el Tratado de Niza. (2001) el Consejo Europeo lanzó un debate más amplio y más profundo sobre el futuro de la Unión, que tenía por objetivo una nueva revisión de los Tratados. Un año después de Niza, el *Consejo Europeo reunido en Laeken* adoptó,

el 15 de diciembre de 2001, la Declaración sobre el Futuro de la Unión Europea, por la que la Unión se compromete a hacerse más democrática, transparente y eficaz, y abrir la vía hacia una Constitución para dar respuesta a las expectativas de los ciudadanos europeos.

El método utilizado hasta el momento para revisar los Tratados ha recibido numerosas críticas. La construcción europea incumbe a todos los ciudadanos. Las etapas que jalonan su desarrollo no pueden seguir decidiéndose en Conferencias Intergubernamentales, celebradas a puerta cerrada, con la participación de los responsables de los Gobiernos de los Estados miembros únicamente. Por esta razón, a fin de preparar la próxima Conferencia Intergubernamental de la forma más transparente y con la participación más amplia posibles, el Consejo Europeo decidió convocar una Convención que reuniera a las principales partes interesadas en el debate: representantes de los Gobiernos de los quince Estados miembros y de los trece países candidatos, representantes del Parlamento Europeo y la Comisión Europea, así como trece observadores procedentes del Comité de las Regiones, el Comité Económico y Social, las organizaciones de los interlocutores sociales europeos y el Defensor del Pueblo Europeo. El método de la Convención ha permitido, por vez primera, que todos los puntos de vista europeos y nacionales se expresen en un debate amplio, abierto y transparente.

El Proyecto de Constitución Europea

El Consejo Europeo de Laeken definió el mandato de los 105 miembros de la Convención y sus suplentes, bajo la presidencia del Sr. Giscard d'Estaing. Se trataba de examinar las cuestiones esenciales que plantea el futuro desarrollo de la Unión, y de buscar respuestas que se presentarán en un documento que serviría de punto de partida a las negociaciones de la Conferencia Intergubernamental, la cual adoptaría, de conformidad con el Tratado de la Unión Europea, las decisiones definitivas. El Consejo Europeo de Laeken había planteado una serie de cuestiones: cómo garantizar una mejor distribución de las competencias de la Unión; cómo simplificar los instrumentos que le permiten actuar, cómo garantizar aún más democracia, transparencia y eficacia en la Unión Europea y, por último, cómo simplificar los Tratados actuales, y si esta simplificación puede conducir a la adopción de una Constitución europea.

Los trabajos de la Comisión fueron presentados al Consejo Europeo en Salónica, el 29 de junio de 2003. La Conferencia Intergubernamental presentó el texto que fue firmado por todos los Jefes de Estado en Roma, pero no fue ratificado en Referéndum por Francia y Países Bajos en 2003. El Proyecto de Constitución quedó paralizado.

2.2. «Laberintos» de los Tratados

Desde el comienzo del Proceso de la UE le he prestado atención y colaborado con un deseo de ayuda, a clarificar la **forma de los textos de los Tratados**, ya que el de Maastricht de 1992, resultaba un *laberinto* para la comprensión de los ciudadanos. La Comisión Europea reconoció este fallo en la transmisión del mensaje que los políticos han querido siempre enviar con claridad a sus receptores, que son los ciudadanos. Pero actualmente no lo han logrado hasta el momento. Voy a mostrar cual ha sido la tradición de los *laberintos* anteriores, los resultados obtenidos con las propuestas entonces formuladas y la

propuesta actual para mejorar el Tratado de Lisboa, exclusivamente en cuestiones de *forma*, pero teniendo presente que en la Ciencia Jurídica los temas de *forma* tienen análoga importancia que los de *fondo*.

2.3. Propuestas para mejorar los Tratados

2.3.1. Propuesta de cambiar la numeración del Tratado de Maastricht de 1992

Formulé Propuestas en los artículos publicados en la Revista Diplomacia Siglo XXI y en otras publicaciones, dando a conocer la necesidad de numerar bien y correlativamente los artículos en el Tratado de Maastricht (1992), que los numeraba con letras mayúsculas y minúsculas, números árabes y romanos. Una muestra de la importancia de la claridad del mensaje es que en 1991 cuando **se sometió a la ratificación en Dinamarca el Tratado de Maastricht, como nadie entendía su contenido no fue aprobada y hubo que repetir las elecciones, retrasando prácticamente un año su aprobación.**

Años después y ante la proximidad del Tratado de Ámsterdam traté que fueran corregidas las deficiencias de Maastricht. La Propuesta de mejora conseguí fuera aceptada, porque el Embajador de Francia en Madrid, Patrick Leclercq, envió a su Ministro de Asuntos Exteriores un escrito, el 30 de mayo de 1997, con las propuestas del politólogo español Fernando De Salas López, que se adjunta como Anexo N° 1. El Gobierno francés hizo suya esta propuesta española que presentó en Ámsterdam. Fue aceptada y permitió la clarificación y mejor presentación del básico Tratado de Maastricht por el cual se establece la Unión Europea, que introdujo el euro, una política exterior y de defensa común y la cooperación en justicia y en asuntos de interior. De no haber aceptado el Gobierno francés esta Propuesta, no se hubiera podido realizar tan importante cambio en la «forma» del Tratado. Se publicó un «**Cuadro de equivalencias contemplado en el artículo 12 del Tratado de Ámsterdam**» cambiando la numeración como se señala en el siguiente cuadro.

A. Tratado de la Unión Europea

Numeración anterior	Nueva numeración	Numeración anterior	Nueva numeración
Título I	Título I	Art. D	Art. 4
Art. A	Art. 1	Art. E	Art. 5
Art. B	Art. 2	Art. F	Art. 6
Art. C	Art. 3	Art. F.1*	Art. 7

También se realizaron análogas equivalencias en el Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea, con un total de 298 artículos.

2.3.2. Propuesta para mejorar al Proyecto de Tratado de Constitución Europea.

El 12 de noviembre de 2003, respondiendo a la invitación de la Comisión Europea, envié Propuestas al **Proyecto de Constitución Europea** relativos al *Fondo* y a la *Forma*.

Fueron aceptadas las relativas a la Forma. Asistí invitado a la reunión en Bruselas, por el Comité Económico y Social (CES) el 22 de enero de 2004, por ser uno de los 150 ciudadanos de la UE que habían enviado propuestas y observaciones para mejorar la Constitución, de entre los 450 millones de habitantes europeos. Una proporción bajísima. Uno cada tres millones, de ellos solamente 7 españoles: 3 catalanes, 3 vascos y el que suscribe europeísta y defensor de la forma. El Secretario General de la Comisión Europea, en nombre del Presidente Romano Prodi, me acusó recibo a mis Propuestas para mejorar la Constitución en Fondo y Forma. Fueron publicadas en la Web de la Conferencia Intergubernamental.

3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRATADO DE LISBOA

3.1. El Tratado de Lisboa y sus aportaciones

El Consejo de la Unión Europea, en Bruselas el 30 de abril de 2008 firmó el documento 6655/1/08. Rev. 1 con el título «Versiones Consolidadas del Tratado de la Unión Europea y del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea» así como sus Protocolos y Anexos, resultado de las modificaciones introducidas en el Tratado de Lisboa firmado el 13 de diciembre de 2007 en Lisboa. Contiene así mismo las Declaraciones anejas al Acta Final de la Conferencia Intergubernamental que ha adoptado el Tratado de Lisboa.

Por su naturaleza, que modifica a otros tratados, el Tratado de Lisboa no está destinado a ser leído como un texto común. Se compone de una serie de enmiendas a los textos consolidados del Tratado de la Unión Europea y del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea, denominado en adelante «Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea».

Como el Tratado de la Unión Europea, después de haber sido modificado por el Tratado de Lisboa, hace referencia a la Carta de los Derechos Fundamentales de la UE, resulta un documento vinculante. Por lo tanto, el Tratado de la Unión Europea, el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea y la Carta de los Derechos tienen igual valor jurídico y constituyen la base jurídica de la Unión Europea, como ya he dicho en 1.1.

El Tratado de Lisboa va a suponer un gran impulso para la Unión Europea y lo van a notar pronto en sus vidas los ciudadanos. Los esfuerzos de las anteriores y actuales generaciones habían logrado establecer una buena «Base de Partida». Así lo dice el Tratado: **«En la actualidad, los miembros de la UE disfrutan de abundantes beneficios: un mercado libre con una divisa que facilita el comercio y lo hace más eficiente, la creación de millones de puestos de trabajo, la mejora de los derechos de los trabajadores, la libre circulación de personas y un medio ambiente más limpio».**

Las normas actuales fueron creadas para una UE con menos miembros, sin desafíos planetarios: cambio climático, recesión mundial, delincuencia transfronteriza, multilateralismo y paridad en los cargos de poder entre hombres y mujeres, entre otros. **La Unión Europea tiene que transformarse para ser eficaz en el siglo XXI.** No se puede ser al mismo tiempo la primera potencia económica del mundo, y tener tan «*baja visibilidad política*» sin la adecuada seguridad y capacidad de defensa. La situación geopolítica internacional le exige una mayor eficacia y adoptar decisiones más complejas y rápidas en el ambiente mundial. Que la economía se ha globalizado y que también deberá hacerlo la política, creando mecanismos de coordinación, como preconiza el ex Presidente Car-

doso de Brasil. El centro de gravedad parece tiene una tendencia a desplazarse hacia Asia. Y como si no fueran suficientes los conflictos calientes ya existentes, el presidente de Venezuela Hugo Chávez, ha realizado el domingo 8 de noviembre de 2009 un llamamiento a la guerra contra Colombia, por haber firmado un acuerdo con los Estados Unidos que les permite instalar siete bases militares en Colombia contra las guerrillas de las FARC y el narcotráfico. Si la guerra se produjera, tendría consecuencias para la Unión Europea.

3.2. Ceder soberanía los actuales Estados Miembros a la Unión Europea

Los Estados Miembros es preciso le cedan más coeficiente de soberanía a la UE, para que pueda actuar como lo que es, una Gran Potencia en el ámbito de los Estados Continente actuales: Estados Unidos, Rusia, China e India. Necesita liberarse de los chantajes y obstáculos de algunas políticas internas de corte nacionalista, que buscan su propio beneficio sin importarles el daño que causan al proceso de integración.

El principio democrático de la Subsidiaridad «Tratar de gobernar cada vez más cerca de los ciudadanos», que ha dado tan buenos resultados en todas partes y ha logrado transformar Comunidades, Regiones, Ciudades y Pueblos, no puede dejar de mantenerse e incluso incrementarse. Por ello, los Estados Nación deben también continuar cediendo *soberanía hacia abajo: Lo que puede hacer el Ayuntamiento no lo haga la Comunidad o Región. Lo que estas pueden hacer, no lo ejecute el Estado Nación.*

Esto exige una gran evolución mental especialmente en la clase política. El Estado Nación lleva existiendo desde los años 1500, como fruto de las exigencias geopolíticas que los Estados Feudales no podían cumplir. Este cambio costó mucha sangre, muchas guerras. Ahora, el Proceso de Formación de la Unión Europea, se lleva a cabo en Paz, por medio de Tratados, pero requiere una profunda transformación al unísono de la evolución continuada del mundo. Son 500 años de la existencia político-administrativa de los Estados Nación en Europa, y varios de ellos convertidos en Imperios, que descubrieron e impusieron sus culturas, hoy arraigadas en grandes espacios continentales. Los Estados Miembros lo están recordando cada día a sus ciudadanos, para que se sientan más partidarios de su Nación, de sus equipos deportivos, de sus costumbres, alimentos, modos de vida, horarios, etc. Tiene que efectuarse un amplio cambio que requiere tiempo, para que un ciudadano se sienta europeo, además de español, francés, etc., miembro de su comunidad o región y por último de su pueblo o ciudad. *Hay que dar el salto de sentirse europeo en el mundo de hoy. Todos llevamos documentos que nos acreditan como europeos (pasaporte, permiso de conducir, tarjeta sanitaria europea, matrículas del coche, seguro europeo del vehículo, etc.) pero ese sentimiento también debe estar en la mente y en el corazón, no sólo en la cartera.*

La legislación europea cada vez está más presente en la vida ciudadana e incide en más temas. Desde los políticos, como la ilegalización de Batasuma (reiterada en 2003, 2004, 30 junio de 2009, y el 11 de noviembre de 2009) hasta la creación de la **Tarjeta de aparcamiento para minusválidos** que permite a las personas de movilidad reducida aparcar sin ser multados en zonas restringidas de todos los países y municipios, zonas de carga y descarga, y gratuitamente en zonas de parquímetros. Aunque se trata de un colectivo muy reducido, es una prueba de sensibilidad social.

Es digno de admiración la gran cantidad del «sentido común de los ciudadanos europeos y su pragmatismo». Ello les ha permitido darse cuenta de las características y de

la situación del mundo de hoy, que tan acertadamente ha descrito la canciller alemana **Angela Merkel**: «*Solo unidos podremos preservar en el futuro nuestro ideal europeo de sociedad en beneficio de todos los ciudadanos y los Estados de la Unión Europea*», pues resulta cierto que cualquier Estado de la UE, actuando aisladamente tiene poco peso en las Relaciones Internacionales, en cambio todos juntos, representan lo que realmente es la UE: una gran Potencia, cuya política económica, el euro y el Banco Central Europeo, se han mostrado útiles para paliar la crisis y el desempleo actual.

También ha sido la señora Merkel quien agradeció, el pasado 3 de noviembre, al Congreso de los Estados Unidos, en nombre de Alemania y de la Unión Europea, la gran ayuda prestada a Alemania y a la UE durante la Guerra Fría hasta la caída del Muro el 9 de noviembre de 1989. Con motivo del 20 aniversario de la caída del Muro, recordó que *La libertad no surge sola, hay que luchar. Juntos pudimos tirar el Muro*. Su desaparición significó el principio del fin del comunismo en Europa, del imperio de la URSS (21-12-1991), de la división del planeta entre el Este y el Oeste, el final de la Guerra Fría, y del siglo XX, el más sangriento en la Historia de la Humanidad, como ya he dicho.

3.3. ¿Qué pretende el Tratado de Lisboa?

Los objetivos y valores Humanos de la Unión Europea, los establece claramente el Tratado de Lisboa: PAZ, DEMOCRACIA, RESPETO DE LOS DERECHOS HUMANOS, JUSTICIA, IGUALDAD, ESTADO DE DERECHO Y SOSTENIBILIDAD.

Se trata de objetivos cruciales. El Tratado de Lisboa está concebido para dotar a la UE de los medios para alcanzarlos. Creo firmemente que este Tratado cambiará la mentalidad de los europeos y tendrá un tiempo de vigencia, hasta que una nueva situación geopolítica exija su revisión para ser actualizado, como ocurrió con los que le precedieron. Las disposiciones que contempla son importantes. Estos son los títulos: Más democracia; más apertura; una toma de decisiones más rápida y eficiente; modernizar las instituciones de la UE; política económica; la UE en el mundo; seguridad y defensa; justicia y delincuencia; política social; nuevas áreas de cooperación (lucha contra la delincuencia internacional transfronteriza; la inmigración ilegal; la trata de mujeres y niños; el tráfico de drogas; el cambio climático y la energía); derechos humanos; más información; el camino de Lisboa; más información sobre los cambios institucionales, referidas a las Instituciones y órganos de la UE: el Parlamento Europeo; el Consejo Europeo; el Consejo de la UE (Consejo de Ministros); la Comisión Europea que representa de forma independiente, los intereses de la UE en su conjunto; el Tribunal de Cuentas; el Comité de las Regiones; el Comité Económico y Social Europeo y el Banco Europeo de Inversiones. ¿Y cómo deben actuar estas instituciones? Si queremos tener influencia en el mundo, como lo que somos, la Unión Europea, y no como 27 países que quieren figurar en el escenario global.

Aspectos claves del Tratado para lograr estos ambiciosos objetivos, son los siguientes: que el Presidente del Consejo permanecerá dos años y medio; se amplían las competencias del Alto Representante para la Política Exterior; nace un cuerpo de diplomáticos de la UE con 130 embajadas (el servicio Exterior europeo); el Parlamento gana peso en la adopción de normas: se decidirán más materias conjuntamente con el Consejo; en el Consejo se adoptarán más decisiones por mayoría cualificada y no por unanimidad. La Carta de los Derechos Fundamentales del 2000, pasa a ser legalmente vinculante.

En cuestiones de Seguridad y Defensa se define con más claridad el papel de la UE en asuntos exteriores y de seguridad. Las decisiones seguirán siendo por unanimidad. Los Estados Miembros pondrán a disposición de la UE la capacidad civil y militar necesaria en cada momento.

3.4. Propuesta para mejorar el «laberinto» del Tratado de Lisboa

A finales de octubre de 2009, cuando el líder británico David Cameron, nos dio a conocer sus entusiastas deseos euroescépticos de celebrar un referéndum cuando llegue al poder, para separar Gran Bretaña de la UE, un ferviente euroescéptico de su partido — *de cuyo nombre no quiero acordarme*— (como dijo Cervantes al comenzar *El Quijote*), escribió aprovechando la falta de claridad del Tratado de Lisboa lo siguiente: *El Tratado de Lisboa es diabólico y perverso, y si Vds. los europeos están tan contentos con él, escribanlo en inglés clarito, para que se entienda.*

Creo que la Comisión Europea debe lograr mayor claridad en los documentos, por dos razones básicas: ser esencial para la comprensión del mensaje y servir de arma arrojada a los euroescépticos para criticar con fundamento a la UE. A los *euroescépticos activos*, por otra parte, hay que agradecerles su existencia. Se han convertido en el enemigo de Europa, es decir, el contrario, el adversario, el foco de actividades que se oponen al desarrollo de Europa, desde el interior. La mejor manera de actuar contra ellos creo podría ser escucharles con empatía y lograr su evolución o cambio, mostrándoles la realidad de los hechos positivos alcanzados y los que están por alcanzar, que también serán importantes y convenientes.

Por lo cual, dar a conocer las metas sucesivas logradas por la UE, en cada momento, se convierte en una necesidad continua en la información a los ciudadanos. Los Medios de Comunicación y los Centros de Enseñanza son dos apropiados focos de difusión de los planes, objetivos y metas sucesivas alcanzados por la Unión Europea, para que sus 500 millones de ciudadanos comiencen a estar más informados.

El «Tratado de Lisboa por el que se modifica el Tratado de la Unión Europea y el Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea», fue firmado por los 27 Jefes de Estado el 13-12-2007. Es el documento 2007/C 306/01. En este Tratado no se numeran los artículos de forma clara y sistemática. Puede decirse, ***que todos los laberintos existentes en los anteriores Tratados, se mantienen en éste.*** Se incluyen 13 protocolos y un Anexo, así como 65 Declaraciones que figuran en el Acta Final de la Conferencia Intergubernamental. Como se indica en 3.1 el Consejo Europeo el 30 de abril de 2008 publicó las modificaciones del Tratado de Lisboa a los Tratados en versión Consolidada de la Unión Europea y de Funcionamiento de la Unión Europea. Afortunadamente esta vez la Comisión Europea ha actuado con prontitud y diligencia. Publicó en julio de 2009, la **GUÍA SOBRE EL TRATADO DE LISBOA**, análoga a las dos editadas en Luxemburgo en 2004 para dar a conocer a los ciudadanos el proyecto de Constitución. La Guía cumple muy bien su Objetivo. Así lo explica la Comisión Europea: **Tras decenios de guerra que costaron la vida de millones de personas, la creación de la UE supuso el inicio de una nueva era en la que los países europeos habrían de solucionar sus problemas mediante el diálogo y no por las armas. En la actualidad, los miembros de la UE disfrutan de abundantes beneficios. La UE tiene el potencial para enfrentarse a los desafíos planetarios que tiene planteados y el compromiso de hacerlo, pero solo podrá conseguirlo si mejora**

su forma de trabajar. Ese es el objetivo del Tratado de Lisboa, que hace que la UE sea democrática, eficiente y transparente, al tiempo que da a los ciudadanos y a los Parlamentos más información sobre lo que ocurre en la Unión y dota a Europa de una voz más clara y más fuerte en el mundo, protegiendo asimismo los intereses nacionales. En este folleto se explica lo que el Tratado de Lisboa significa para usted como ciudadano.

Con la Guía como nuevo documento aclaratorio del Tratado de Lisboa, los ciudadanos de los 27 países miembros podemos salir del *laberinto*, comprender mejor la política de la Unión Europea, sentirnos integrados en ella y apoyarla de forma eficaz. Supondrá un gran avance en el Proceso. Sin embargo, por la larga experiencia acumulada convendrá recordar a la nueva Comisión que será elegida en febrero de 2010, que se entere existe la Norma ISO 2145/1978, que definitivamente pruebe a redactar los textos de forma que a la vez lo entiendan los políticos y los ciudadanos a los que va dirigida. El nuevo equipo de diplomáticos europeos podrá lograrlo. Conviene no olvidar que en la legislación de los 27 Estados Miembros existe un documento llamado «Constitución» de cada uno de ellos que cumple perfectamente ambos cometidos. Se proclama la Constitución como *Ley fundamental de un Estado que define el régimen básico de los derechos y libertades de los ciudadanos y los poderes e instituciones de la organización política*.

Estuvimos a punto de contar con una Constitución Europea en 2004, que no se pudo lograr por el NO de la República francesa y el NO del Reino de los Países Bajos. En cualquier caso para disponer de una Constitución, existe el requisito de que la entidad política sea un «Estado».

Desde el original Tratado de Maastricht de 7 de febrero de 1997, cuando el primer artículo se denominaba con la letra A mayúscula, se decía: «las Altas Partes Contratantes constituyen entre sí una Unión Europea, en lo sucesivo denominada *Unión*», más expresivo que la palabra «Familia».

Es cierto que la Unión Europea de 2009 es diferente, no es un Estado. En el año 2007 fue definida, como ya señalé al principio como una *familia de países democráticos europeos, que se han comprometido a trabajar juntos por la paz, prosperidad, el bienestar de sus pueblos, y de sus conciudadanos*. En 2005, en el folleto «El Funcionamiento de la Unión Europea. Guía del ciudadano sobre las instituciones de la UE» publicado por la Comisión Europea, Dirección General de Prensa y Comunicación, Publicaciones (B – 1049 Bruxelles, email: Europa.eu@comun/publication) se dice: «La Unión Europea (UE) es una familia de países europeos democráticos que trabajan juntos para mejorar la vida de sus ciudadanos y para construir un mundo mejor». Quizás una definición actualizada de lo que es la Unión Europea en su forma política, aclararía dudas.

4. PRESIDENCIA ESPAÑOLA DE LA UE (1 DE ENERO DE 2010) DOS APORTACIONES URGENTES

España va a asumir la Presidencia de la Unión Europea, para poner en práctica el Tratado de Lisboa. **Importante asunto de Estado**, en el que todos los Partidos Políticos españoles deben colaborar plenamente y ser conscientes de que esta misión internacional

va a ser contemplada por los 26 socios con especial interés. España demostrará su capacidad de gestión internacional. Será necesario el esfuerzo colectivo a realizar por políticos y ciudadanos, para obtener un resultado positivo, por iniciarlo tras la salida de dos crisis: la crisis política, de la Unión Europea concluida felizmente en diciembre de 2009, con el Tratado de Lisboa y la crisis económica sobre cuyo final existen discrepancias en la fecha.

Presento a la Presidencia española dos aportaciones urgentes a su consideración. La *primera*, son los **Colegios, Institutos y Universidades públicas bilingües, en las que con carácter general y obligatorio se estudie el idioma Inglés.**

Actualmente es una realidad que el inglés es la lengua de trabajo en las Cumbres y en las Relaciones Internacionales y comerciales de todo tipo. Solamente un núcleo muy reducido de ciudadanos en cada uno de los 27 Estados miembros hablan inglés aprendido en guarderías, colegios y en las academias de idiomas. En los países mediterráneos el número es mucho menor. Los países como Alemania, Francia, etc. donde existen más personas que hablan inglés, tienen indudables ventajas para relacionarse en el mundo. En el futuro, el número debe aumentar en todos los Estados. Los Colegios, Institutos y Universidades públicas bilingües serían una forma práctica de conseguirlo. Está demostrada la facilidad de aprender idiomas en la niñez y la adolescencia.

La *Segunda* aportación se refiere a convertir la Presidencia española en la **Presidencia del Apoyo Popular de los ciudadanos, Que sea Público, Solidario y Activo, Pro europeo, con exhibición generalizada de los objetivos prioritarios de la Unión Europea y de sus símbolos con la finalidad de que no pase desapercibida la Presidencia Española ni en España ni en los otros 26 Miembros.**

Sería un gran apoyo moral y material para el buen éxito de esta Presidencia española si los hombres y mujeres se muestran *solidarios activos pro europeos*, como prueba de agradecimiento a la UE por el apoyo recibido en las décadas anteriores y por saber que serán muchos los beneficios que nos seguirá aportando Europa en el futuro. En el fondo, el planteamiento de los ciudadanos de todos los Estados es simple: ¿La UE, me ayuda o no? ¿Porque ahora pago más IVA! Su desinformación sobre los apoyos recibidos en su país de origen —en España ocurre igual— es notoria y de ahí su indiferencia. Es preciso concienciar a la población y a las instituciones.

Si los Partidos Políticos españoles, las Instituciones públicas y privadas, y los ciudadanos hiciéramos durante el primer semestre **mayores muestras de europeísmo** y utilizáramos los símbolos podríamos conseguirlo. Si se escuchara en pie el Himno de Europa antes de comenzar todos los partidos de fútbol y otras competiciones deportivas. Si los Medios de Comunicación y los telediarios, que entran en todos los hogares, fomentaran la «*cultura europea*». Si los periódicos entre sus secciones dedicaran una específicamente a Europa, distinta de la Internacional, podrían conseguirse apoyos eficaces.

La participación popular siempre ha sido un gran respaldo político y la ocasión merece que pudiera lograrse. En todas las anteriores presidencias no se ha producido este apoyo popular visible. Si ahora se lograra sería una característica de la Presidencia española, inolvidable y ejemplar. Conviene no olvidar que en la actualidad más el 60% de la legislación española viene de Bruselas.

5. UNA ASIGNATURA PENDIENTE: CONSOLIDAR LA CIUDADANÍA EUROPEA Y LA COOPERACIÓN DE LOS CIUDADANOS CON SUS INICIATIVAS, OBSERVACIONES Y EXIGENCIAS

La cuestión es difícil y básica. No es una Utopía el lograrlo pero llevará bastante tiempo. Que los ciudadanos europeos se sientan tales, requiere previamente que se sientan españoles, franceses, alemanes, etc. Francia, que ha llevado la iniciativa de Europa con Jean Monnet y Robert Schuman en los años 50, acaba de «descubrir» que estaba en crisis de identidad y Sarkozy ha abierto un debate sobre la identidad nacional. Un autor como Sami Fair explica que influyen en la crisis, estos conceptos:

- Crecimiento de la inmigración en un contexto de desempleo, que sitúa a los inmigrantes en una situación de competencia social con los autóctonos.
- La pervivencia, en lo más profundo de la conciencia común, de reflejos coloniales que minan la legitimidad de la presencia en Francia de los inmigrantes de las antiguas colonias.
- Desafío que plantea la emergencia de una identidad europea que pone en evidencia los límites reales o supuestos, de la identidad nacional; el choque psicológico producto de la existencia de ciudades – gueto, donde se desarrollan identitarismos culturales regresivos.
- Rechazo de la igualdad de tratamiento de las confesiones religiosas, lo que revela, una vez más, el trasfondo «cato-laico» francés; finalmente.
- La dialéctica rechazo-repliegue-rechazo, que determina tanto la mirada que la mayoría silenciosa tiene sobre los grupos comunitarios como la reacción agresiva de estos con respecto a la nación de acogida. Podríamos añadir todavía otros factores más. Pero, según el presidente del Senado, Gérard Larcher, el resultado está aquí: Marianne se hace psicoanalizar».

En la UE, dada su diversidad, hay ciudadanos que no se sienten nacionales de su Estado. En España: catalanes y vascos; En Francia crisis de Identidad; Bélgica: con flamencos, valones (y región de Bruselas), frontera lingüística; Gran Bretaña con Escocia, que, en su día fue Nación independiente, etc.

¿Cómo se consolidará la ciudadanía europea? Enseñando qué es la UE desde la escuela con persuasión e información.

- Hablando más de temas europeos, que de las otras 27 nacionalidades.
- Destacando el papel de Europa en todos los ámbitos con los símbolos, y su presencia en las organizaciones mundiales.
- Que sea la Unión Europea la que participe en las Cumbres Internacionales.

Dada la gran trascendencia e importancia de los sentimientos de los ciudadanos para apoyar a los políticos y juntos alcanzar las metas programadas, todos los esfuerzos que dediquemos a solucionar esta asignatura pendiente, serán muy provechosos para que la Unión Europea continúe en la ruta del éxito de su integración.

BIBLIOGRAFÍA

- Tratado de Lisboa por el que se modifica el Tratado de la Unión Europea y el Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea. Documento 2007/C 30601. Lisboa 13 de diciembre de 2007.
- Tratado de Lisboa. Consejo de la Unión Europea. Documento 6655/1/08. REV 1. Bruselas 30 de abril de 2008. Versiones Consolidadas del Tratado de la Unión Europea y del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea.
- La Guía sobre el Tratado de Lisboa. Comisión Europea (2009).
- «Tratado por el que se establece una Constitución para Europa». Documento CIG 87/1/04 REV 1. Bruselas, 13 de octubre de 2004. (Texto sometido a Referéndum Consultivo el 20 de febrero de 2005).
- «Protocolos y Anexos al Tratado por el que se establece una Constitución para Europa». Documento CIG 87/04 ADD 1 REV 1. Bruselas, 13 de oct. de 2004.
- «Declaraciones anexas al Acta final de la Conferencia Intergubernamental y Acta Final». Documento CIG 87/04 ADD2 REV1. Bruselas, 13 de oct. de 2004.
- «Versión consolidada provisional del Tratado por el que se instituye una Constitución para Europa». Documento CIG 86/04. Bruselas, 25 de junio de 2004.
- «Proyecto de Tratado por el que se instituye una Constitución para Europa». Documento CONV 85/03. Bruselas, 18 de julio de 2003.
- Proyecto de Constitución Europea redactado por la Convención Europea, presentado al Consejo Europeo de Salónica el 20 de junio de 2003.
- «Propuesta a la Conferencia Intergubernamental («Futurum» de la Unión Europea) de Correcciones de Forma», y «Fondo» al Proyecto de Constitución Europea, redactado por la Convención Europea (2003)». Formuladas por el doctor Fernando De Salas López. Madrid, 12 de noviembre de 2003.
- Estos documentos figuran en Internet: <http://europa.eu.int/futurum>.

ANEXO N.º 1

Carta del Embajador de Francia en España, Patrick LECLERQ (Madrid, 30 de mayo de 1997).

Patrick LECLERQ
AMBASSADEUR DE FRANCE EN ESPAGNE

A SON EXCELLENCE MONSIEUR LE MINISTRE DES AFFAIRES ETRANGERES
DIRECTION GENERALE POUR LES AFFAIRES EUROPEENNES ET ECONOMIQUES
- DIRECTION DE LA COOPERATION EUROPEENNE -

Madrid, 30 de mayo de 1997

A/S.- Projet de nouveau traité de l'Union Européenne :
Propositions d'un politologue espagnol visant à améliorer les aspects formels du texte.-

Le politologue Fernando de SALAS LOPEZ, Recteur de la Société d'Etudes Internationales, également observateur de l'Assemblée parlementaire de l'UEO, vient de faire dans « La Gaceta de los Negocios » une série de suggestions adressées aux rédacteurs du futur Traité de l'Union Européenne. Il a également adressé ses propositions, qui visent à rapprocher les institutions européennes des citoyens, directement à la Commission Européenne. La « Gaceta de los Negocios » a ouvert sa tribune libre aux réponses des lecteurs et aux autres intervenants espagnols sur le même thème.

Les propositions du Professeur de Salas, juriste de formation, sont les suivantes :

1.- Aménager le texte, à la fois sur le plan de l'équilibre général et du contenu, pour le rendre directement accessible au lecteur qui ne maîtrise pas le langage usité dans les institutions européennes.

2.- Utiliser dans la nomenclature des parties, chapitres, articles et autres divisions ou sub-divisions, la norme internationale commune à l'ensemble des textes de Droit international (ISO 2145/1978).

3.- Envisager la prolongation des travaux de conclusion de la CIG (septembre 1997).

4.- Elaborer un système de coordination des cessions de souveraineté de chaque Etat.

5.- Renforcer divers aspects de la PESC.

6.- Consolider l'Europe sociale.

7.- Introduire de nouveaux éléments concernant le logement, la famille et l'environnement.

ANEXO N.º 2. NOTA BIOGRÁFICA

1. Nacido en Zaragoza 19 de enero de 1920.
2. Coronel de Infantería del Ejército de Tierra, Diplomado de Estado Mayor (Retirado)
3. Licenciado en Derecho por la Universidad de Zaragoza.
4. Doctor en Ciencias de la Información, por la Universidad Complutense de Madrid, calificado de Sobresaliente Cum Laude.
5. Ex Rector de la Sociedad de Estudios Internacionales (SEI), (1975 - 2008) y Director del Curso de Altos Estudios Internacionales para titulados Universitarios Superiores españoles y Extranjeros.
6. Miembro del Club de Roma.
7. Académico Correspondiente de la Real Academia de Doctores de España.
8. Académico de Número de la Academia Hispano-Belga de la Historia.
9. Académico de Número de la Real Academia de la Mar.
10. Premio del Club Internacional de Prensa (CIP) a la Mejor Trayectoria Profesional. (2006).
11. Gran Cruz de la Orden del Mérito Civil.
12. Condecoraciones militares de guerra y paz, españolas y extranjeras.
13. Politólogo, investigador, conferenciante y autor de libros y artículos de opinión.
14. Citado en el Diccionario Biográfico de la Real Academia de la Historia. (2010)
15. Periodista, miembro del Club Internacional de Prensa (CIP), y de la Asociación de la Prensa de Madrid (APM)

ANEXO N.º 4. CÓMO CONECTAR CON LA UNIÓN EUROPEA

EN LÍNEA

Encontrará más información en todas las lenguas oficiales en la UE en el sitio web Europa. **Europa.eu**

EN PERSONA

En toda Europa hay cientos de centros locales de información sobre la UE. Puede encontrar la dirección del más cercano en este sitio web **europedirect.europa.eu**

POR TELÉFONO O POR CORREO

Europe Direct es un servicio que responde a sus preguntas sobre la Unión Europea. Puede ponerse en contacto con este servicio llamando al número de teléfono gratuito 0080067891011 (o al número de pago (32-2) 299 96 96 si llama desde fuera de la UE), o por correo electrónico a través del sitio web **europedirect.europa.eu**.

LECTURAS SOBRE EUROPA

Las publicaciones sobre UE están solo a un clic en el sitio web Bookshop: **bookshop.europa.es**

REPRESENTACIONES DE LA COMISIÓN EUROPEA

Representación en España

Paseo de la Castellana, 46
28046 - Madrid
Tef: + 34 914238000
Fax: + 34 914238018
Internet: ec.europa.eu/spain
E-mail: eu-es-docu@ec.europa.eu

OFICINA DEL PARLAMENTO EUROPEO

Paseo de la Castellana, 46
28046 - Madrid
Tef. + 34 914364747
Fax: + 34 915771365
Internet: www.europarl.es
E-mail: EPMadrid@europarl.eu

REFLEXIONES SOBRE CIERTAS INCORRECCIONES EN LA TRADUCCIÓN DE PALABRAS Y FRASES, E IMPRECIIONES CONCEPTUALES EN LA MATEMÁTICA

DR. D. FRANCISCO JAVIER DÍAZ-LLANOS SAINZ-CALLEJA
Académico de Número de la Real Academia de Doctores de España

DRA. DÑA. M.^a DEL CARMEN CERMEÑO CARRASCO
Miembro Numerario de la Sociedad Española de Genética Humana
Referee de artículos en la Universidad Técnica de Munich
y en Universidad Libre de Berlín

DR. D. LUIS MARTÍNEZ DE VELASCO
Profesor de Filosofía y Ética en el IES «Silverio Lanza»

RESUMEN

Dado que —desde nuestro punto de vista— es imprescindible que, los alumnos que estudian los libros de Matemática conozcan —al menos, perfectamente— el significado de los conceptos fundamentales, hemos tomado la decisión de mostrar —en esta breve reflexión— algunos de ellos que se utilizan con bastante frecuencia, tanto en los libros de texto escritos en castellano de Álgebra Lineal, como en los de Cálculo de Probabilidades y en los que tratan el Modelo Lineal (regresión lineal múltiple).

PALABRAS CLAVE

Valores propios, vectores propios, teorema del límite central, modelo de trayectoria utilizando el método de mínimos cuadrados parciales (PLS), ridge regresión, densidad de probabilidad, modelo y ley de probabilidad, Biometría, ley Ji-cuadrado centrada de Helmert (1875).

INTRODUCCIÓN

La razón principal de que nos hayamos decidido a escribir este artículo no es por simple capricho, sino porqué —lamentablemente— en el siglo XXI aún se siguen cometiendo en los libros de texto escritos en castellano de Álgebra Lineal, Cálculo de Probabilidades

y en los que tratan el Modelo Lineal (regresión lineal múltiple), ciertas incorrecciones en la traducción de palabras y frases, e imprecisiones conceptuales en la Matemática.

UNA BREVE REFLEXIÓN SOBRE EL IDIOMA CIENTÍFICO

Hemos de recordar que, desde antes de la primera guerra mundial, el idioma científico -por excelencia- era el **alemán** así como, el **francés**, pasando a ser el **inglés** el preponderante sobre el **alemán** después —principalmente— de la segunda guerra mundial.

Es quizás por esta razón por la que, algunos de los conceptos —que revelaremos posteriormente— han sido mal traducidos al **inglés** y/o confusamente, al castellano así como, en principio, también se enunciaron de forma parcial o totalmente **incorrectos**.

Estas traducciones, han sido realizadas —sin duda— por ciertos autores poco conocedores tanto del idioma **alemán** como de la materia. Por tal motivo, se han perdido su riguroso significado careciendo, en ciertas ocasiones, de sentido.

El hecho de que se haya relegado-científicamente hablando-a un segundo y tercer plano los idiomas **alemán y francés**, nos parece lamentable puesto que, desde el siglo XVIII hasta el XXI, no ha habido ni habrá ningún matemático de la categoría de Carl Friedrich Gauss (1777-1855) y Pierre-Simon Laplace (1749-1827). Así como, el primero fue el mejor matemático de su época, al segundo le llamaban el matemático de los cielos (1).

CONCEPTOS PROVENIENTES DEL ALEMÁN QUE HAN SIDO TRADUCIDOS AL FRANCÉS, CASTELLANO E INGLÉS

Nos estamos refiriendo a los conceptos llamados **Eigenwert, Eigenwerte, Eigenvektor, Eigenvektoren**.

El verdadero significado de los mismos se contempla en (2).

Traducción de Eigenwerte y de Eigenvektoren al francés

Que nosotros sepamos, en Francia, al menos, desde el año 1964(3) hasta el año 2009, dichos conceptos han sido traducidos por **valeurs propres y vecteurs propres** en los libros de texto de *Algebre Linéaire*.

En los años 1983(4), 1986(5) y 1987(6), un grupo de matemáticos franceses, escribieron libros muy relevantes sobre:»L'analyse numérique matricielle» en los cuales, aparecían los conceptos con el nombre **de: valeurs propres y vecteurs propres**.

Traducción de Eigenwerte y de Eigenvektoren al castellano

Así como, en Francia —al menos— en el año 1964(3) se les traducía con el nombre de **valeurs propres y vecteurs propres**, en España, se les denominaba: **autovalores y autovectores**.

Obviamente, entre estas dos traducciones la **francesa** es la más **correcta**.

En el año 1976, Mario Torres Salazar, tradujo del **inglés** al **castellano** el libro original de Howard Antón (7). En dicha traducción, dichos conceptos los tradujo como valores **característicos y vectores característicos**.

En el año 1999, el traductor profesional, Ing. Virgüo González Pozo, los tradujo del **inglés** al **castellano** como: **eigenvalores y eigenvectores**(8).

Es obvio que, dicha traducción no es **castellano** ni **alemán** sino, una “mixtura” entre ambos idiomas.

Que nosotros sepamos, en el libro de texto de Álgebra Lineal que se escribió en **castellano** en el año 2003(9), en lugar de llamarlos **autovalores y autovectores**, los autores los llaman —finalmente— **valores propios y vectores propios**.

Un año más tarde, el profesor Lorenzo Avellanas Rapún, Catedrático de Métodos Matemáticos de la Física de la Universidad Complutense de Madrid, tradujo un libro de texto de Álgebra Lineal del **inglés** al castellano (10).

En dicho libro de texto a dichos conceptos se les denomina **valores propios y vectores propios**.

A pesar de que, en España se va difundiendo esta última nomenclatura sin embargo, aún en ciertas Universidades prevalece la tendencia a denominarlos **autovalores y autovectores**.

Por último, recientemente, los profesores Santiago L. Ipiña y Ana I. Durand pertenecientes al Departamento de Matemática Aplicada (Biomatemática) de la Universidad Complutense de Madrid han escrito un libro de texto en el cuál los siguen denominando **autovalores y autovectores** (11).

Traducción de Eigenwerte y de Eigenvektoren al inglés

De los libros consultados de Álgebra Lineal en **inglés**, tan sólo hemos encontrado uno F.A. Graybill (12) en el que, estos conceptos presentan una denominación íntegramente **inglesa** como: **characteristic roots y characteristic vectors**.

En el libro de Bell (13) se les llama: **eigenvalues y eigenvectors**, y en el libro de Brand y Sherlock (14) **eigenvector**.

Es decir, que salvo en el libro de F.A. Graybill, en el resto hacen una traducción “**a medias**” es decir, **anglo-alemana**, y, en ciertas ocasiones “**incorrecta**”

Traducción de Eigenwerte y de Eigenvektoren del ruso al castellano

Por otra parte, en el año 1973, Mauricio Benzaquen tradujo del **ruso** al **castellano** el libro original de Faddeeva (15). En el mismo, dichos conceptos se encuentran denominados como: **valores propios y vectores propios**.

¿Teorema central del límite o Teorema del límite central?

Para la elección de una de estas dos opciones hemos de indicar que en **inglés** se dice **central limit theorem**.

A continuación no sólo mostraremos las traducciones que se han realizado de dicho teorema al **francés** y al **castellano**, sino también cual es la opción que en **castellano** nosotros consideramos mas **correcta**.

Traducción de central Hmit theorem al francés

Así como los profesores Y. Lepage, M. Moore y R. Roy en [16 (páginas 459 a 469)] lo traducen por **Théorème de limite centrale**, los profesores L.Lebart,A.Morineau y J.P. Fénelon [17 (pág. 57)] lo traducen **por Théorème de la limite centrale**.

Tanto el profesor L. Chambadal en [18 (pág. 108)] como los profesores D. Pret-Gentil y S. Roverato en (19 (pág. 232)) lo traducen por **Théorème de la limite centrée**.

El profesor Gilbert Saporta en [20 (pág. 62)] dice que: **le théorème suivant connu sous le nom de théorème central-limite(il vaudrait mieux dire théorème de la limite centrée) établit la convergence vers la loi Gauss sous des hypothèses peu contraignantes**.

A pesar que en Francia, L. Chambadal en el año 1969 explica —claramente— en [18 (pág. 108)] que **central limit theorem** no debe traducirse por **Théorème central limite** sino por **Théorème de la limite centrée**, muchos profesores franceses no han tenido en cuenta su consejo y lo han traducido por **Théorème central limite** (21,22,23,24,25).

Traducción de central limit theorem al castellano

Que nosotros sepamos, en España, salvo el profesor Ángel Anós (apuntes de Estadística ETS de Ingenieros Agrónomos de Madrid (pág. 120), desde el año 1969 hasta el año 2009, se explica en la Universidades con el nombre de **Teorema central del límite**. A título informativo indicamos que en los años 1976, 1979, 1988, 2004 y 2008, los profesores Sixto Rios (26), Gonzalo Arnaiz Vellando (27), Vicente Paloma Quesada y colaboradores (28,29), Ricardo Vélez Ibarrola (30), Vicente Novo Sanjurjo (31), Ana García Sipols y Clara Simón de Blas (32) y, Santiago L. Ipiña y Ana I, Durand (11) lo siguen llamando **Teorema central del límite**.

Aquellos autores que lo hayan traducido por **Teorema central del límite** deberían por un lado, responder a la siguiente pregunta ¿Qué es lo que es **central, el teorema o el límite**? Y, posteriormente, reflexionar si dicha traducción al **castellano es correcta**.

¿Por cuál de estas dos opciones nos inclinamos?

Amparándonos no sólo en la justificación que indica-claramente-el profesor L. Chambadal en [18 (pág. 108)] sobre la conveniencia de traducir dicho teorema del **inglés al francés por Théorème de la limite centrée**, sino también por la aceptación de dicha traducción por un

conjunto de profesores franceses y por profesor Ángel Anos nos adherimos a éstos considerando que la traducción **correcta** del **inglés** al **castellano** es '**Teorema del límite central**.

Traducción de PLS Phat Modeling al castellano

Esta frase, aunque se está difundiendo cada vez más en el mundo científico aún no se ha traducido al **francés** ni al **castellano**. Por tal motivo, nosotros proponemos la siguiente traducción al **castellano**.

PLS Phat Modeling: modelos de trayectoria utilizando el método de mínimos cuadrados parciales

Traducción de Ridge Regression al castellano

Mientras que en Francia se ha conservado íntegramente la frase inglesa, en España, determinados autores, la han traducido —desafortunadamente— por la **regresión cresta**.

Nosotros entendemos que ciertas palabras o frases deben permanecer en su idioma original si su traducción es **desafortunada**.

¿Biomatemática o Biometría?

Indiscutiblemente, a los autores que hayan optado por el término de **Biomatemática** en lugar de **Biometría**, les aconsejamos que verifiquen dicho término en los Diccionarios de Matemática adecuados ya que, mientras que **Biometría** si existe, **Biomatemática** no. Exactamente, ocurre con la asignatura de **Bioestadística**, dicha palabra no existe en un Diccionario de Matemática de rigor científico.

Confusionismo en los libros de Estadística entre f y $f(x)$

Es obvio que, f es una función y $f(x)$ es la imagen de la función, así que no es **correcto** tratar estas dos nomenclaturas como si fueran iguales como ocurre en (33).

Es sabido, al menos, desde el año 1971, que para que f sea una **densidad de probabilidad** se tienen que cumplir las condiciones contempladas en (34).

¿Función de densidad o densidad de probabilidad?

En Francia, en el año 1971, los profesores P. Louquet y A. Vogt (34) además de utilizar el término de **ley**, aclaran perfectamente el concepto de **densidad de probabilidad**.

En el año 1998, Dariush Ghorbanzadeh en (35) hace alusión **a la densidad**.

En España, los autores de los libros de texto de cálculo de probabilidades utilizan el concepto de **función de densidad** salvo en el libro de Ricardo Vélez Ibarrola que hace alusión a la **densidad** (30).

Así pues, por lo expuesto -a un nivel básico- en (34) a nosotros nos parece más **correcto** decir **densidad** que **función de densidad**.

Disimilitudes entre ley de probabilidad y modelo

Mientras que los libros de texto de cálculo de probabilidades escritos en **francés**, distinguen perfectamente entre una **ley de probabilidad y un modelo**, en los encontrados en **castellano**, aún hay autores que confunden dichos conceptos.

Desde nuestro punto de vista, a estos autores les invitamos no sólo a que consulten dichos Diccionarios de Matemática en los cuales podrán ver la diferencia entre tales conceptos, sino que también les recordamos cuales son las definiciones de **modelo** para E. Malinvaud, E.F. Beach, J.L. Sanpedro y Jean-Paul Benzécri.

Según E. Malinvaud un **modelo** es “una representación formal de ideas, de conocimientos relativos a un fenómeno”.

Según E.F. Beach un **modelo** es: “un conjunto de relaciones entre un grupo de variables”.

Según J.L. Sanpedro un **modelo** es; “una representación simplificada y en símbolos matemáticos de cierto conjunto de relaciones económicas”.

Selon Jean-Paul Benzécri un **modele** est: “un système de formules qui permet de calculer, en fonction des variables inobservables, les quantités observées”.

Ni que decir tiene que, estas definiciones de **modelo**, se alejan mucho de lo que es una **ley de probabilidad**.

Dicha confusión conceptual, puede dañar -gravemente, sobre todo- a los alumnos que se estén iniciando en materias concretas como el cálculo de probabilidades y modelos lineales (regresión lineal múltiple).

Por otro lado, el hecho de que Karl Pearson (1857-1936) en el año 1893 decidiera llamar a la **ley de Laplace-Gauss, ley normal (36)** no nos parece pertinente ya que lo hizo una vez que habían fallecido Pierre-Simon Laplace y Carl Friedrich Gauss.

No está demás recordar que, así como los profesores Philippe Tassi y Sylvia Legait (37) utilizan el término **ley**, el profesor Juan Ignacio Domínguez Martínez (38) utiliza el término **modelo**.

Los profesores José M. Durá Peiró y Javier M. López Cufiat (39), aunque en el título de su libro hacen alusión a los **modelos probabilísticos** para la inferencia, utilizan el término de **distribución**.

Los profesores Sixto Rios (26), Gonzalo Arnaiz Vellando (27) y Vicente Quesada Palma (28,29), utilizan el término de **distribución**.

Finalmente, el profesor Manuel López Cachero (40) presenta dos nomenclaturas distintas: **distribución y ley**.

Discrepancias entre investigadores en cuanto a quien se le debe atribuir la ley Ji-cuadrado centrada

Por un lado, E. Morice [inspecteur general honoraire á l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques], dice -claramente- que, la **ley Ji-cuadrado centrada** es debida a Helmert (1875) (41) y, por otro, Yodolad Dodge [professeur de statistique et de recherche opérationnelle á l'Université de Neuchâtel, Suisse] indica que, según O.B.Sheyenin, ésta es de Abbe (1863)(42).

Dado que, en uno de los libros de Harald Cramér [profesor de Matemáticas Actuariales y Estadística Matemática de la Universidad de Estocolmo (1893-1985) la **ley Ji-cuadrado centrada** se la atribuye a Helmert (1875), nosotros nos mostramos partidarios con lo apuntado por este autor.

Mientras que, algunos autores nombran —exclusivamente— la **ley Ji-cuadrado** “per se” otros, atribuyen dicha **ley** a Karl Pearson (1857-1936), como por ejemplo, los profesores Vicente Novo Sanjurjo (31), Manuel López Cachero (40) etc., al igual que, las profesoras M.^a José del Moral Ávila (43), Ana García Sipols y Clara Simón de Blas (32). Sin embargo, queremos resaltar el grave error en el que incurren estas tres últimas autoras dado que, además, indican que esta **ley** la introdujo Karl Pearson en el año 1900.

Recordemos que, dicho matemático, retomó la **ley Ji-cuadrado centrada** de Helmert (1875) para incorporarla en la **regla general de decisión que nos permite averiguar si aceptamos o rechazamos la hipótesis nula de independencia entre caracteres (tabla de contingencia)** y, esto sí es, lo que hizo Karl Pearson en el año 1900.

No está demás recordar que Karl Pearson en el año 1922 escribió un artículo sobre el **test de la Ji-cuadrado (44)**.

CONCLUSIÓN

Esperamos que estas breves reflexiones sirvan para esclarecer ciertas **incorrecciones e imprecisiones** que se suelen cometer en los libros de texto escritos en **castellano** de Álgebra Lineal, Cálculo de Probabilidades y en los que tratan el Modelo Lineal (regresión lineal múltiple).

BIBLIOGRAFÍA

1. Bregasa Liberal, J. (2003). Laplace. El matemático de los cielos. 16. La Matemática en sus personajes. Nivola. Libros. Ediciones.
2. Duden 1. Die Rechtschreiburg. (1980). Jubiläums-Ausgabe. Bibliographisches Institut Mannheim/Wien/Zürich Duden Verlag.
3. Acher, J.; Gardelle, J. (1964). Algèbre Linéaire. Dunod.
4. Golub, G.H.; Meurant, G.A. (1983). Résolutions numérique des grandes systemes linéaires. Préface de Robert Dautray. Editions Eyrolles.
5. Lascaux, P.; Théodor, R. (1986). Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur. Tome 1. Dunod.
6. Lascaux, P.; Théodor, R. (1987). Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur. Tome 2. Dunod.
7. Antón, H. (1976). Introducción al Álgebra Lineal. Editorial Limusa. México.
8. Nakos, G.; Joynes, D. (1999). Álgebra Lineal con aplicaciones. International Thomson Editores, S.A. de C.V.
9. Díaz Hernández, A.M.; Bargeño Farinas, V.; Romera Carrion, C.; Ruiz Virumbrales, L. M.; Tejero Escribano, L. (2003). Álgebra (Lineal Básica). SANZ Y TORRES.
10. Larson, R.; Edvard, B.H.; Falvo, D.C. (2004). Álgebra Lineal. 5ª Edición. Pirámide.
11. Ipiña, S.L.; Durand, A. I (2008). Inferencia estadística y análisis de datos. pp. 149-152. Pearson Educación, S.A.
12. Graybill, F.A. (1969). Introduction to matrices with applications in Statistics. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont. California.
13. Bell, W.W. (1975). Matrices for Scientists and Engineers. Van Nostrand Reinhold Company.
14. Brand, T.; Sherlock, A. (1970). Matrices: pure and applied. Edward Arnold. London.
15. Faddeeva, V.N. (1973). Métodos de cálculo de Álgebra Lineal. Segunda Edición. Paraninfo.
16. Lepage, Y.; Moore, M.; Roy, R. (1975). Introduction à la théorie des probabilités. Les Presses de l'Université du Québec.
17. Lebart, L.; Morineau, A; Fénelon, J.P. (1979). Traitement des données statistiques. Méthodes et programmes. Dunod.
18. Chambadal, L. (1970). Mathématiques. 3. Éléments de calcul des probabilités. Dunod.
19. Perret-Gentil.; Roverato, S. (1991). Les probabilités à l'entrée des Grandes Écoles Commerciales. Ellipses.
20. Saporta, G. (1990). Probabilités. Analyse des Données et Statistique. Editons Technip.
21. Girault, M. (1972). Calcul des probabilités en vue des applications. Troisième édition. Dunod.
22. Brodeau, F.; Romier, G. (1973). Mathématiques pour l'informatique. 4. Probabilités. Armand Colin.
23. Calot, G. (1978). Cours de calcul des probabilités. Dunod Decisión.
24. Tassi, Ph. (1985). Méthodes Statistiques. Économica.
25. Bouleau, N. (1986). Probabilités de l'ingénieur. Variables aléatoires et simulation. Hermann.
26. Rios, S. (1976). Análisis Estadístico Aplicado. pp. 288-289. Paraninfo.
27. Arnaiz Vellando, G. (1978). Introducción a la Estadística Teórica. 3.ª Edición. pp. 248-259. Editorial Lex Nova.
28. Quesada Paloma, V.; García Pérez, A. (1988). Lecciones de cálculo de probabilidades. Ediciones Díaz de Santos. S.A.

29. Montero, J.; Pardo, L.; Morales, D.; Quesada, V.(1988). Ejercicios y problemas de cálculo de probabilidades. Ediciones Díaz de Santos. S.A.
30. Vélez Ibarrola, R. (2004). Cálculo de probabilidades 2. pp. 296-298. Ediciones Académicas.
31. Novo Sanjurjo, V. (2004). Estadística Teórica y Aplicada. pp. 205-209. Sanz y Torres.
32. García Sipols, A.; Simóm de Blas, Cl. (2007). Manual de Estadística. pp. 107-112. Servicio de publicaciones de la Universidad Rey Juan Carlos.
33. Sarabia Alegría, J.M.; Gómez Déniz, E.; Vázquez Polo, Fco. J. (2007). Estadística actuaría. Teoría y aplicaciones. Pearson Educación, S.A.
34. Louquet, P; Vogt, A. (1971). Probabilités. Combinatoire-Statistiques. 2 ème édition. pp. 83 (23.3). Armand Colin.
35. Ghorbanzadeh, D. (1998). Probabilités. Exercices corrigés. Editions Technip. París.
36. Groesbeke, JJ.; Tassi, Ph.(1990). Histoire de la Statistique. Que sais je? pp. 31-34. Presses Universitaires de France.
37. Tassi, Ph.; Legait, S. (1990). Théorie des probabilités en vue des applications statistiques. Editions Technip.
38. Domínguez Martínez, J.I. (2001). Diseño y análisis de modelos de probabilidad. Grupo Editorial Iberoamérica.
39. Dura Peiró, J-M.; López Cuñat, J.M. (1988). Fundamentos de Estadística. Estadística descriptiva y modelos probabilísticos para la inferencia. Ariel Económica.
40. López Cachero, M. (1978). Fundamentos y métodos de Estadística. pp.322-328. Ediciones Pirámide, S.A.
41. Morice, E. (1968). Dictionnaire de Statistique. Publié sous les auspices de la Société de Statistique à Paris. Préface de C. Penglau. Ancien Président de la Société de Statistique à Paris. Dunod.
42. Dodge, Y. (1993). Statistique. Dictionnaire encyclopédique. Dunod.
43. Del Moral Ávila, M-J. (2006). Estadística Matemática. Grupo Editorial Universitario.
44. Pearson, K. (1922). On the Ji-cuadrado test of goodness of fit *Biometrika* 14,186-191.

PERSPECTIVAS ACTUALES EN LA ETIOLOGÍA, DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN CLÍNICA DEL HIPOGONADISMO MASCULINO

DR. D. JUAN JOSÉ DíEZ GÓMEZ

Académico de Número de la Real Academia de Doctores de España

DEFINICIÓN DE HIPOGONADISMO

En un sentido amplio, la pérdida o reducción significativa de una o ambas de las funciones testiculares, producción de esteroides sexuales y espermatogénesis, constituye el hipogonadismo masculino. En un sentido más estricto, y así es considerado por algunos autores, el hipogonadismo masculino es el fracaso del testículo para producir unas cantidades normales de testosterona junto con la presencia de síntomas y signos de deficiencia androgénica (1). El descenso significativo de la acción androgénica se asocia a un síndrome consistente en osteoporosis, debilidad, redistribución de la grasa corporal, anemia hipoproliferativa, descenso de la libido y de la función sexual, malestar y anomalías cognitivas.

El origen del hipogonadismo puede ser testicular o bien resultar de una deficiente producción de gonadotropinas por enfermedad hipotalámica o hipofisaria. En el primero de los casos hablamos de hipogonadismo primario y en el segundo de hipogonadismo hipogonadotrópico o secundario.

PREVALENCIA E IMPORTANCIA DEL HIPOGONADISMO

La frecuencia de presentación de una concentración baja de testosterona, entendiéndose por tal la inferior a dos desviaciones típicas por debajo de la media, es de aproximadamente 30 a 40% en varones de edad superior a 65 años, y alcanza el 70% en los varones de 80 o más años (2,3). Un estudio reciente encontró que el 39% de los varones entre 45 y 85 años presentaban concentraciones bajas de testosterona (4). La importancia clínica del hipogonadismo masculino deriva no sólo de su prevalencia no despreciable, sino de que en muchas ocasiones los pacientes con síntomas de hipogonadismo no demandan atención médica y los médicos no tienen en consideración este diagnóstico. A menudo el hipogonadismo masculino es difícil de reconocer porque los síntomas y signos son inespecíficos y pueden ser achacados a una depresión o simplemente al envejecimiento. Como consecuencia sólo un pequeño porcentaje de los hombres con hipogonadismo recibe el tratamiento sustitutivo adecuado (5).

ETIOLOGÍA DEL HIPOGONADISMO PRIMARIO

Las causas más importantes de hipogonadismo primario se clasifican en congénitas y adquiridas y se resumen en la tabla 1.

TABLA 1. *Causas de hipogonadismo primario*

Anomalías congénitas

- Síndrome de Klinefelter
- Otras alteraciones cromosómicas
- Testículo disgenético
- Mutación en el gen del receptor de FSH o de LH
- Criptorquidia
- Alteraciones en la biosíntesis de andrógenos
- Defectos del receptor androgénico
- Deficiencia de 5 α -reductasa
- Distrofia miotónica
- Anorquia congénita
- Varicocele

Trastornos adquiridos

- Infecciones
- Radiación
- Agentes alquilantes y antineoplásicos
- Suramina
- Ketoconazol
- Glucocorticoides
- Agentes tóxicos
- Traumatismo
- Torsión testicular
- Orquiectomía
- Lesiones autoinmunes
- Enfermedad sistémica
- Idiopática

Síndrome de Klinefelter

El síndrome de Klinefelter y sus variantes son las alteraciones cromosómicas más frecuentes en los varones, con una frecuencia estimada de 1 caso por cada 500-1000 recién nacidos. La causa es la presencia de uno o varios cromosomas X extra, por lo que el cariotipo más frecuente es 47,XXY, que resulta de la no disyunción de los cromosomas sexuales de uno de los progenitores durante la división meiótica. Los mosaicismos pueden resultar de no disyunción durante la mitosis después de la concepción.

Las alteraciones gonadales del síndrome de Klinefelter consisten en la lesión de los tubos seminíferos, generalmente acompañada de lesión de las células de Leydig, lo que da lugar a testículos pequeños y firmes, con recuento espermático muy reducido, testos-

terona sérica variable y alteración en la virilización (6). Entre las anomalías extragonadales se cuentan las alteraciones en los huesos largos, con aumento de la longitud de las piernas, alteraciones de ámbito psicosocial (7), alteraciones del lenguaje y de la atención (8) y predisposición a ciertos trastornos no relacionados con la hiposecreción de testosterona como bronquiectasias, enfisema, tumores de células germinales, cáncer de mama, varices venosas y diabetes (9).

Otras anomalías cromosómicas

Otras alteraciones cromosómicas asociadas a hipogonadismo son los cariotipos 47,XYY y 46,XY/XO (10). El cariotipo 47,XYY se presenta en un 0.1% de los varones y puede asociarse a hipogonadismo y a conducta agresiva. Generalmente los niveles de FSH están elevados, pero la función de la célula de Leydig es normal.

Testículo disgenético

Los testículos disgenéticos pueden presentarse con diferentes cariotipos como XO, XO/XY, o bien con cariotipo XY con cintillas gonadales. La presencia de disgenesia gonadal pura con cariotipo XY y cintillas gonadales conlleva riesgo de gonadoblastoma por lo que está indicada la gonadectomía (10).

Mutaciones del gen del receptor de FSH o de LH

La mutación del gen del receptor de FSH es una causa rara de hipogonadismo primario. Los pacientes presentan recuento espermático reducido de forma variable y concentraciones elevadas de FSH (11). Las mutaciones del gen del receptor de LH producen hipoplasia de las células de Leydig y deficiencia de testosterona en el primer trimestre de la gestación.

Criptorquidia

El término criptorquidia se aplica a los testículos no descendidos, lo que sucede en un 3-4% de los recién nacidos pero sólo en un 0.8% de los niños de un año, ya que en la mayoría de los casos el testículo acaba descendiendo (12). Por ello algunos autores utilizan el término criptorquidia de una forma más específica, refiriéndose a los testículos que permanecen en el abdomen o en el canal inguinal y no pueden ser descendidos manualmente al escroto a la edad de un año.

Alteraciones en la biosíntesis y secreción de testosterona

Se han descrito alteraciones en diversas enzimas como la hidrolizante de la cadena lateral del colesterol, 3- β -hidroxiesteroide deshidrogenasa, 17- α -hidroxilasa (en el testículo y la glándula suprarrenal) y 17 β -hidroxiesteroide deshidrogenasa (testículo). La expresión clínica de estas anomalías es la de un hipogonadismo de comienzo en el primer trimestre de la gestación.

Defectos del receptor androgénico

Los pacientes con defectos del receptor androgénico presentan un cariotipo XY y un fenotipo variable, en función del grado de afectación del receptor. La forma más severa es el síndrome de la feminización testicular en el que hay ausencia o falta de función del receptor de testosterona. El fenotipo es femenino con bolsa vaginal ciega. Debe realizarse orquiectomía antes de la pubertad por riesgo de lesiones malignas (13). El síndrome de Reifenstein se caracteriza por un defecto parcial del receptor androgénico. Los pacientes tienen fenotipo masculino con pseudohermafroditismo variable.

Deficiencia de 5 α -reductasa

Las mutaciones en el gen de la 5 α -reductasa tipo 2 dan lugar a una imposibilidad de conversión de testosterona en dihidrotestosterona (14). Los individuos afectados presentan un cariotipo 46,XY y tienen niveles de testosterona sérica normales o altos con concentraciones bajas de dihidrotestosterona. El cociente testosterona/dihidrotestosterona está elevado (15).

Distrofia miotónica

La distrofia miotónica, o enfermedad de Steinert, es una enfermedad multisistémica de herencia autosómica dominante con penetrancia casi completa y expresividad variable. Se debe a una amplificación de un triplete CTG en el extremo 3' no transcrito de un gen situado en el cromosoma 19q3, codificante para la proteína DMPK de la familia de las proteincinasas (16).

Anorquia congénita

El síndrome de la anorquia bilateral consiste en la ausencia de tejido testicular en pacientes con genitales externos de aspecto masculino y cariotipo 46,XY. Su frecuencia es baja y en su génesis se han implicado factores genéticos, como los genes SRY y SF-1, involucrados en la diferenciación testicular, y factores mecánicos, que alteren el descenso testicular normal (17).

Otras causas de hipogonadismo primario

El varicocele consiste en la presencia de varicosidades de los plexos venosos del escroto y ha sido considerado como una posible causa de infertilidad. La infección más claramente asociada a daño testicular es la orquitis por parotiditis (18). La irradiación directa de los testículos, como sucede en el tratamiento de la leucemia, provoca daño tisular. También los agentes alquilantes (ciclofosfamida, clorambucil, cisplatino, busulfan) pueden dañar los tubos seminíferos y causar azoospermia (19).

La suramina, un fármaco antiparasitario y antitumoral (20), puede producir una elevación de FSH y LH en probable relación con un bloqueo de la síntesis de testosterona. El ketoconazol es un antifúngico que inhibe predominantemente la actividad de C17,20 liasa, lo que explica su acción reductora de testosterona (21). El tratamiento crónico con glucocorticoides también puede disminuir la concentración de testosterona. El nematocida dibromodiclopropano, empleado en granjas como pesticida, produce reducción de la espermatogénesis en el hombre *in vivo*. Muchos otros tóxicos ambientales han mostrado reducir la espermatogénesis en modelos animales o *in vitro* (22).

Un traumatismo de suficiente intensidad puede provocar daño a los tubos seminíferos y las células de Leydig. La torsión testicular provoca una pérdida de flujo sanguíneo al testículo que puede provocar lesión irreversible (23). Algunos hombres con infertilidad idiopática presentan anticuerpos anti-esperma, aunque se desconoce la importancia patogénica de estos anticuerpos. El hipogonadismo también puede acompañar a los síndromes poliglandulares autoinmunes con hipotiroidismo e hipoadrenalismo (24). Muchas enfermedades sistémicas, como la hepatopatía y la insuficiencia renal crónica, pueden acompañarse de hipogonadismo. La ingesta de alcohol también puede provocar un hipogonadismo secundario (25). Los hombres con infección por virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) pueden presentar niveles bajos de testosterona (26). Finalmente, en ocasiones la causa del hipogonadismo es multifactorial y compleja y no puede establecerse un diagnóstico etiológico en un paciente concreto (27).

ETIOLOGÍA DEL HIPOGONADISMO HIPOGONADOTRÓPICO

Las causas de hipogonadismo hipogonadotrópico se dividen también en congénitas y adquiridas (tabla 2).

TABLA 2. *Causas de hipogonadismo hipogonadotrópico*

Anomalías congénitas

- Deficiencia aislada de gonadotropinas
 - Síndrome de Kallman
 - Mutación DAX 1
 - Mutación GPR54
 - Mutación de leptina o del receptor de leptina
 - Síndrome de Prader Willi
 - Mutación de subunidad de gonadotropina
 - Idiopático
- Deficiencias hormonales hipofisarias múltiples
 - Mutaciones de genes de diferenciación hipofisaria

Trastornos adquiridos

- Supresión de gonadotropinas
 - Hiperprolactinemia
 - Administración de esteroides gonadales
 - Tratamiento con glucocorticoides
 - Enfermedad crítica
 - Enfermedad sistémica crónica
 - Opiáceos
 - Diabetes mellitus
 - Idiopático
 - Análogos de GnRH
 - Lesión de células gonadotropas
 - Tumores benignos y quistes
 - Tumores malignos
 - Enfermedades infiltrativas
 - Infecciones
 - Apoplejía hipofisaria
 - Traumatismo
 - Cirugía del área selar
 - Radiación en el área selar
-

Deficiencia aislada de gonadotropinas

La deficiencia de gonadotropinas sin afectación de otros ejes hormonales hipofisarios puede ser consecuencia de deficiencia hipotalámica de GnRH o bien de mutaciones en el receptor hipofisario para GnRH, o bien de mutaciones en las subunidades β de FSH y LH. (28). El síndrome de Kallmann es un hipogonadismo congénito que se presenta de forma esporádica o en forma recesiva ligado al cromosoma X. Su incidencia es de aproximadamente 1 de cada 10000 varones. La deficiencia de GnRH da lugar a unos niveles bajos tanto de gonadotropinas como de testosterona. El síndrome de Kallmann clásico se asocia a anosmia y existen variantes autonómicas dominante y recesiva (29). Los estudios genéticos han mostrado mutaciones de diversos genes, como KAL1, KAL2, PROK2 y PROKR-2, que codifican moléculas de adhesión (30).

Algunas otras anomalías genéticas pueden provocar también hipogonadismo hipogonadotrópico. Entre ellas se encuentran las mutaciones de los genes GNRH1, DAX1 y GPR54 (31,32). Las mutaciones del gen de leptina o del receptor de leptina provocan obesidad mórbida e hipogonadismo hipogonadotrópico. Existen otros síndromes que asocian el hipogonadismo hipogonadotrópico a ciertas alteraciones somáticas. Algunos de ellos son el síndrome de Prader-Willi, con talla baja, retraso mental, hipotonía y obesidad, y el de Lawrence-Moon-Bardet-Biedl, con retraso mental, retinitis pigmentosa y polidactilia. Se han descrito también mutaciones de las subunidades β de LH y de FSH (33).

Deficiencias hormonales hipofisarias múltiples

El hipogonadismo asociado a alteraciones de la secreción de otras hormonas hipofisarias puede ser el resultado de alteraciones en la expresión o en la transcripción de factores necesarios para la diferenciación de la hipófisis durante la embriogénesis. Estos factores incluyen el LHX3, LHX4, HESX1 y PROP-1 (34).

Otras causas de hipogonadismo hipogonadotrópico

Los tumores hipofisarios y las enfermedades infiltrativas, infecciones y traumatismos con afectación del área hipotálamo-hipofisaria pueden provocar un hipogonadismo secundario adquirido. La hiperprolactinemia de cualquier causa puede suprimir la secreción de gonadotropinas. La administración de análogos de GnRH, andrógenos, estrógenos y glucocorticoides también puede suprimir la secreción de gonadotropinas. Los pacientes en situación crítica de cualquier etiología pueden presentar descenso de la testosterona sérica sin elevación de LH (35). Las enfermedades crónicas sistémicas como la insuficiencia renal, cirrosis hepática, enfermedad pulmonar crónica y el síndrome de inmunodeficiencia adquirida también causan hipogonadismo tanto primario como secundario. Los varones con diabetes presentan disminución de la secreción de testosterona con mayor frecuencia que los no diabéticos (36).

SINTOMATOLOGÍA CLÍNICA

Los síntomas clínicos del hipogonadismo masculino dependen de que exista una deficiencia de testosterona, una reducción de la espermatogénesis o ambos fenómenos. En el

caso de una deficiente espermatogénesis los síntomas principales son la infertilidad y la disminución del tamaño testicular. En el caso de una deficiente producción de testosterona se generará el cortejo sintomático que caracteriza al hipoandrogenismo. Por otra parte, la presentación clínica está también condicionada por la edad de presentación del hipogonadismo (tabla 3), que puede ocurrir de forma congénita (recién nacido), durante la etapa prepuberal, durante la vida adulta o incluso en la senectud (hipogonadismo de comienzo tardío).

TABLA 3. *Síntomas clínicos del hipogonadismo según el momento de comienzo*

<i>Comienzo prepuberal</i>	<i>Comienzo post-puberal</i>
Proporciones corporales eunucoides	Descenso progresivo de masa muscular
Escaso desarrollo muscular	Disminución de frecuencia de afeitado
Ginecomastia	Disminución de libido
Escaso desarrollo de vello corporal y facial	Disfunción eréctil
Vello púbico de patrón femenino	Oligospermia o azospermia
Persistencia de voz infantil	Cambios en el humor
Testículos pequeños (volumen < 6 cm ³ , longitud < 2.5 cm)	Reducción de masa ósea
Pene pequeño (<5 cm)	Ocasionalmente sofocos
Escroto con escasas arrugas y pigmentación	Proporciones corporales normales
Próstata pequeña	Escroto normal
	Disminución de la energía y capacidad física
	Anemia hipoproliferativa
	Aumento de la grasa visceral
	Voz masculina normal
	Testículos > 10 cm ³ , a veces de consistencia blanda
	Pene de longitud normal

Síntomas del hipogonadismo congénito

Los varones con deficiencia de testosterona *in utero* suelen presentar una incompleta virilización de los genitales externos, así como un desarrollo incompleto de los conductos de Wolff, de los que se originan los genitales internos masculinos. Los genitales externos ambiguos en el recién nacido son sugestivos de una deficiente secreción o acción de la testosterona durante el primer trimestre de la gestación. La ausencia total de testosterona durante esta época da lugar a la presencia de genitales externos femeninos. La deficiencia parcial de testosterona causa alteraciones en el desarrollo como fusión labial o hipospadias. Cuando la deficiencia de testosterona tiene lugar en el tercer trimestre de la gestación es característico el micropene. La criptorquidia también puede deberse a una deficiente producción de testosterona durante el tercer trimestre.

Hipogonadismo prepuberal

La deficiencia prepuberal de testosterona conduce a un hábito eunucoide que se caracteriza porque el segmento corporal inferior (suelo a pubis) supera en 2 o más cm al segmento corporal superior (pubis a coronilla) y la envergadura de los brazos supera en 3 cm o más a la talla, aunque estas proporciones pueden variar según el grupo étnico.

La ginecomastia se produce típicamente en el hipogonadismo primario, probablemente por el efecto de las elevadas concentraciones de gonadotropinas sobre la aromatasa testicular que da lugar a un aumento de la producción testicular de estradiol. La deficiencia prepuberal de testosterona conduce también a un desarrollo muscular escaso y reducción del máximo de masa ósea. Otros síntomas propios de esta edad son el tamaño pequeño de testículos, pene y próstata, el escaso desarrollo del vello pubiano y axilar y la persistencia de la voz infantil.

Hipogonadismo postpuberal

Cuando la deficiencia de testosterona tiene lugar después de que se ha completado la pubertad se producen los síntomas de hipoandrogenismo, que incluyen disminución de libido, disminución de fuerza muscular y cambios en el humor. Si el tiempo de evolución del hipogonadismo es prolongado tienen lugar cambios como pérdida del vello sexual, reducción de masa muscular, reducción de la densidad mineral ósea e infertilidad. Sin embargo, muchos adultos pueden tener escasos síntomas o signos de deficiencia androgénica ya que la regresión de los caracteres sexuales secundarios, como el vello corporal y la masa muscular, pueden tardar años en producirse.

Hipogonadismo de comienzo tardío

Diversos estudios longitudinales han demostrado que a medida que se envejece tiene lugar un descenso de las concentraciones de testosterona (2,37). La velocidad de caída de la testosterona sérica con la edad varía entre los diferentes individuos y se ve afectada por enfermedades crónicas y medicaciones (3). El envejecimiento se acompaña también de una elevación de la concentración de globulina transportadora de hormonas sexuales (SHBG), con lo cual la concentración de testosterona libre se reduce aún más.

En algunos varones mayores esta caída de la testosterona puede dar lugar a síntomas y signos clínicos de deficiencia androgénica, tales como disminución de la libido, impotencia, disminución del crecimiento del vello corporal, reducción de masa muscular, astenia y decremento de la masa ósea (38,39). Sin embargo, muchos de los síntomas del hipogonadismo en los adultos mayores son inespecíficos, por lo que es útil el empleo de cuestionarios como el ADAM (tabla 4) (40).

TABLA 4. Cuestionario ADAM sobre deficiencia androgénica*

-
1. ¿Ha disminuido su libido (deseo sexual)?
 2. ¿Tiene falta de energía?
 3. ¿Ha disminuido su fuerza o resistencia?
 4. ¿Ha perdido estatura?
 5. ¿Ha disminuido su disfrute por la vida?
 6. ¿Está triste o malhumorado?
 7. ¿Sus erecciones son menos fuertes?
 8. ¿Su habilidad para los deportes ha disminuido?
 9. ¿Duerme después de la comida o almuerzo?
 10. ¿Ha disminuido la eficacia en realizar su trabajo diario?
-

*Adaptado de Morley *et al.*, (40). La valoración del cuestionario es positiva cuando se responde «sí» a las preguntas 1 o 7 o bien a cualesquiera otras tres preguntas.

Abreviaturas: ADAM: deficiencia androgénica en el varón mayor.

COMORBILIDAD ASOCIADA AL HIPOGONADISMO

Existe una asociación entre hipogonadismo y varios componentes del síndrome metabólico. El hipogonadismo predispone a la resistencia a la insulina, obesidad, alteración del perfil lipídico e hipertensión (41). El hipogonadismo es frecuente en varones con diabetes. Además, algunos autores han mostrado que el hipogonadismo predice el desarrollo de síndrome metabólico y diabetes en varones en edades medias de la vida (42). Las concentraciones de testosterona total se correlacionan positivamente con las de colesterol-HDL y negativamente con las de triglicéridos en varones con y sin diabetes.

Aproximadamente una quinta parte de los varones de 50 o más años que consultan por disfunción eréctil presentan concentraciones bajas de testosterona, por lo que parece justificado el cribado de la deficiencia androgénica en los pacientes con disfunción eréctil (43). La disminución de la concentración de testosterona se asocia a una clara reducción de la libido, mientras que la sustitución androgénica restablece el deseo y la función sexuales en los varones hipogonádicos.

DIAGNOSTICO DEL HIPOGONADISMO

Diagnóstico clínico

El diagnóstico del hipogonadismo en el varón se basa en la combinación de síntomas y signos clínicos junto con pruebas de laboratorio (44). La historia farmacológica del paciente es fundamental (tabla 5). El examen físico debe incluir la medición de la talla, la envergadura y las proporciones corporales, así como la exploración de la distribución de la grasa y vello corporales, la presencia de ginecomastia y el tamaño testicular. El tamaño testicular es un índice fiable de la progresión de la pubertad en los niños, en los que a veces es difícil distinguir el hipogonadismo de la pubertad retrasada (tabla 6) (45).

TABLA 5. *Fármacos que pueden provocar hipogonadismo masculino*

Hipogonadismo primario

- Descenso de la producción de testosterona por la célula de Leydig
 - Glucocorticoides
 - Etanol
 - Ketoconazol
- Disminución de la conversión de testosterona en dihidrotestosterona
 - Finasteride
- Bloqueo del receptor androgénico
 - Espironolactona
 - Flutamida
 - Cimetidina

Hipogonadismo hipogonadotrópico

- Disminución de la secreción hipofisaria de gonadotropinas
 - Glucocorticoides
 - Etanol
 - Análogos de GnRH
 - Estrógenos
 - Progestágenos
 - Fármacos que ocasionan hiperprolactinemia (psicotropos, metoclopramida, opiáceos)
-

TABLA 6. *Tamaño testicular según la progresión de la pubertad*

	<i>Edad prepuberal</i>	<i>Edad peripuberal</i>	<i>Edad adulta</i>
Volumen (ml)	3-4	4 a 15	20 a 30
Longitud	< 2 cm	> 2 cm	Largo: 4.5 a 6.5 Ancho: 2.8 a 3.3

Hay que tener en cuenta que el tamaño testicular está determinado fundamentalmente por el componente de células de stirpe germinal por lo que los trastornos que producen deficiencia de gametogénesis sin acompañarse de deficiencia de testosterona se manifiestan por testículos de consistencia blanda y con una reducción significativa del volumen glandular total. Debe explorarse la posible existencia de varicocele y el tamaño del pene. En niños prepuberales la longitud del pene es de 4 a 8 cm, con una anchura menor de 2 cm. En el adulto la anchura debe ser superior a 3 cm. Una próstata no palpable también sugiere deficiencia de testosterona.

Diagnóstico bioquímico

Los parámetros bioquímicos de mayor utilidad en el diagnóstico del hipogonadismo son la testosterona total y libre, la SHBG y las gonadotropinas (FSH y LH) (46). La testosterona total está formada por tres componentes: testosterona libre (aproximadamente un 2%), unida a la SHBG (30%) y a la albúmina (68%). La testosterona se une firmemente a la SHBG, por lo que esta fracción no es fácilmente biodisponible. La unión a la albúmina es más débil y puede disociarse en testosterona biológicamente activa (47). La combinación de testosterona libre y ligada a la albúmina se conoce como testosterona biodisponible y ha mostrado una buena correlación con parámetros como la densidad mineral ósea, función sexual y función cognitiva (48, 49).

Testosterona total

La cuantificación de la concentración sérica de testosterona es la prueba de laboratorio más importante en el diagnóstico del hipogonadismo masculino y debe ser la prueba diagnóstica inicial en todos los casos (50). La testosterona sérica sigue un ritmo circadiano con niveles más elevados por la mañana que por la tarde. Por ello, la determinación de testosterona debe realizarse entre las 8 y las 10 de la mañana. La testosterona total puede cuantificarse por radioinmunoanálisis, análisis inmunométrico o espectrometría de masas. El umbral a partir del cual puede considerarse el diagnóstico del hipogonadismo no está perfectamente definido y varía según los autores. Sin embargo, hay acuerdo general en que los varones con testosterona total por debajo de 200 ng/dl según unos autores (51), o bien 300 ng/dl según otros (52), con frecuencia desarrollan síntomas de hipogonadismo.

Testosterona libre

La determinación de testosterona libre se debe realizar cuando se sospecha la existencia de alteraciones en la SHBG (tabla 7). Su cuantificación es compleja, debe realizarse mediante método dialítico y preferentemente en laboratorios con experiencia en determinaciones hormonales (53). El límite inferior de la normalidad se sitúa entre 5.0 a 6.5 ng/dl.

TABLA 7. *Situaciones que modifican la concentración sérica de SHBG*

Incremento de la concentración de SHBG

Envejecimiento
Cirrosis
Hipertiroidismo
Embarazo
Anticomiciales
Estrógenos
Hormonas tiroideas
Infección por VIH

Disminución de la concentración de SHBG

Obesidad
Síndrome nefrótico
Hipotiroidismo
Acromegalia
Glucocorticoides
Andrógenos
Gestágenos
Hormona del crecimiento

Abreviaturas: SHBG, globulina transportadora de hormonas sexuales; VIH, virus de la inmunodeficiencia humana

SHBG, índice androgénico libre e índice de testosterona libre

La SHBG es sintetizada por el hígado y circula en plasma con una vida media de unos 6 días. La proteína se une específicamente a los 17β -hidroxiesteroides en una proporción de 1:1. En las mujeres más del 80% de la SHBG circulante no está ligada a esteroides, mientras que en los hombres sólo el 40% de la SHBG circula libre. Es decir, la SHBG proporciona un exceso de sitios de unión para esteroides sexuales. Por el contrario, el 99% de la albúmina no está ligada a esteroides (54).

Una alternativa a la medición de la testosterona libre es la cuantificación de testosterona total y de SHBG y el cálculo del índice androgénico libre como el cociente entre testosterona total (nmol/l) y SHBG (nmol/l). Vermeulen *et al.* (53) demostraron que el cálculo de un índice de testosterona libre, basado en la ley de acción de masas, tiene una buena correlación con la medición directa de testosterona libre. Puede calcularse el índice de testosterona libre a partir de las concentraciones de testosterona, SHBG y albúmina (53) mediante un programa disponible en <http://www.issam.ch/freetesto.htm>.

Testosterona biodisponible

La testosterona biodisponible mide la fracción libre de testosterona más la unida de forma débil a la albúmina, es decir, la fracción no ligada a SHBG y, por tanto, fácilmente disociable. Los niveles pueden cuantificarse por el método de precipitación con sulfato de amonio (55).

Gonadotropinas

Las concentraciones bajas de testosterona, en presencia de valores por encima del intervalo de la normalidad de FSH y LH, son indicativas de hipogonadismo primario. Cuando los valores de FSH y LH son normales o bajos el diagnóstico es hipogonadismo secundario. Las gonadotropinas tienen actividad biológica variable según su contenido en carbohidratos. No obstante, los actuales ensayos inmunoradiométricos de dos sitios de unión arrojan resultados que se correlacionan bien con los bioensayos (56,57). La FSH es especialmente importante en el diagnóstico del hipogonadismo hipergonadotrópico, ya que presenta una vida media más larga, es más sensible y muestra menos variabilidad que la LH.

Pruebas de estímulo

En casos dudosos está justificada la realización de pruebas de estímulo del eje hipofiso-testicular con el objeto de determinar el origen del hipogonadismo. La prueba de estímulo con hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) consiste en la administración de 100 μg de esta hormona por vía intravenosa con determinaciones de FSH y LH entre 0 y 90 minutos después de la inyección. El estímulo provoca una elevación de los niveles de LH entre 3 y 6 veces la concentración basal y una elevación de un 20-50% de los niveles de FSH. Los hombres con enfermedad hipotalámica o hipofisaria presentan una respuesta reducida, aunque la prueba no discrimina la altura de la lesión.

En la prueba de estímulo con clomifeno se administran 100 mg de citrato de clomifeno por vía oral durante 5-7 días. El clomifeno actúa mediante la interrupción del sistema de retroacción negativa del eje gonadal. Una elevación al doble de LH y una elevación de un 20-50% de FSH son indicativas de indemnidad de la respuesta hipotálamo-hipofisaria (58).

La función de las células de Leydig puede valorarse mediante la respuesta de testosterona al estímulo con hCG. Existen diferentes protocolos para esta prueba. En varones postpuberales una dosis única de 5000 unidades de hCG por vía intramuscular es seguida de una elevación significativa de la testosterona sérica a los 3 días.

Prolactina

Una concentración elevada de prolactina sugiere la posible existencia de un adenoma hipofisario con hipogonadismo secundario, ya que la hiperprolactinemia suprime la secreción de gonadotropinas y reduce la concentración de testosterona (56).

Recuento espermático

El seminograma es el mejor método para evaluar la función espermatogénica en los varones en edad postpuberal. La muestra debe obtenerse por masturbación y tras 2-5 días de abstinencia sexual y debe evaluarse en un plazo de 2 horas. Debe cuantificarse tanto el número de espermatozoides como su morfología y motilidad (59). En condiciones normales el volumen de eyaculado es de 1.5 a 6 ml, se producen más de 20 millones de espermatozoides por ml de eyaculado y más de 40 millones de espermatozoides por eyacu-

lado. Más del 50% de los espermatozoides deben presentar una motilidad normal, más del 25% deben tener una progresión rápida y más del 50% deben tener una morfología normal.

Los recuentos espermáticos por debajo de 5 millones por eyaculado pueden presentarse tanto en el hipogonadismo primario como en el secundario. Las reducciones moderadas del recuento espermático asociadas a anomalías marcadas de la motilidad se asocian más frecuentemente al hipogonadismo primario. En las muestras con azoospermia debe medirse la fructosa, segregada por las vesículas seminales, ya que su ausencia indica obstrucción completa de los conductos eyaculadores o ausencia congénita de los conductos deferentes y eyaculadores.

Otras pruebas diagnósticas

La inhibina es una glucoproteína polipeptídica sintetizada por las células de Sertoli. Su síntesis depende de la FSH y del estado de la espermatogénesis. La molécula madura con acción biológica en el hombre es la inhibina B que ejerce una acción reguladora de la gametogénesis inhibiendo específicamente la secreción de FSH (59). La inhibina B se encuentra reducida de forma significativa en varones con infertilidad, independientemente de su causa (54).

En varones con azoospermia, pero concentraciones normales de testosterona y gonadotropinas la biopsia testicular permite distinguir entre obstrucción de los conductos eyaculadores (tubos seminíferos normales) e hipogonadismo primario (tubos seminíferos anormales). La ecografía testicular debe realizarse en pacientes con hallazgos sugestivos de masa escrotal o testicular. Ante la sospecha de síndrome de Klinefelter puede realizarse un frotis bucal en búsqueda de cuerpos de Barr, si bien actualmente se recomienda realizar un estudio del cariotipo para el diagnóstico de la alteración cromosómica.

En los varones con hipogonadismo secundario el estudio funcional hipofisario permite descartar otras deficiencias hormonales. La resonancia magnética hipofisaria es especialmente importante en varones de menos de 50 años de edad sin comorbilidades asociadas al hipogonadismo.

DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

Generalmente el diagnóstico del hipogonadismo ofrece pocas dificultades cuando los datos clínicos y analíticos son sugestivos de un fracaso de la función testicular. Cuando un paciente presenta síntomas típicos y la concentración de testosterona se encuentra inequívocamente baja, junto con gonadotropinas claramente elevadas, se establece el diagnóstico de hipogonadismo primario. La causa más frecuente en la época prepuberal es el síndrome de Klinefelter y, en edades postpuberales, deben considerarse en el diagnóstico diferencial como etiologías más frecuentes la orquitis por parotiditis, los traumatismos, la radioterapia y la cirugía testicular.

Los hombres con síndrome de Klinefelter presentan testículos pequeños, hábito eunucoide y ginecomastia. Aunque la producción de testosterona está reducida, la concentración de SHBG esté elevada, por lo que la concentración de testosterona total puede ser cercana

a los valores normales. Hasta un 50% de los hombres con este síndrome presentan cierto grado de gametogénesis, por lo que no todos son estériles. Datos recientes sugieren que los niños con síndrome de Klinefelter nacen con espermatogonias y pierden grandes cantidades de células germinales durante la pubertad. Los niveles elevados de gonadotropinas estimulan la aromatasa testicular con lo que la producción de estradiol aumenta. Algunas alteraciones asociadas a este síndrome son la reducción de la densidad mineral ósea, dificultades para el aprendizaje, dislexia, déficit de atención y enfermedades autoinmunes (60).

Las anomalías del receptor androgénico deben sospecharse cuando existe clínica compatible con estos defectos. Por ejemplo, el síndrome de la feminización testicular puede diagnosticarse por su característico fenotipo femenino con bolsa vaginal ciega y niveles de testosterona en rango masculino. El síndrome de Reifenstein debe sospecharse en casos de pseudohermafroditismo masculino. El diagnóstico de la deficiencia de 5 α -reductasa se basa en las manifestaciones clínicas y en la elevación del cociente testosterona / dihidrotestosterona, tanto antes de la pubertad en respuesta a hCG, como después de la pubertad (61). El diagnóstico de la distrofia miotónica debe sospecharse ante un cuadro de hipogonadismo, debilidad muscular y calvicie frontal (16).

El principal problema que plantea el diagnóstico de la criptorquidia es distinguir este cuadro del testículo retráctil y decidir si el niño requiere tratamiento médico con hCG o quirúrgico (62). Generalmente el objetivo es hacer descender el testículo antes de los 2 años de edad para evitar problemas de fertilidad, si bien existe poca evidencia de que la intervención precoz tenga mejores efectos sobre la fertilidad que la intervención entre los 4 y 14 años de edad (63).

En la anorquia congénita el daño testicular se produce durante la vida fetal tras suficiente exposición a testosterona para producir masculinización de las vías reproductoras. La testosterona está baja y las gonadotropinas elevadas, y la palpación sugiere una criptorquidia. La respuesta a hCG es nula en la anorquia congénita. La posibilidad de una gónada disgenética intraabdominal debe explorarse mediante técnicas de imagen como la resonancia magnética, debido a la posibilidad de malignización y la necesidad de exéresis (64).

Una cuarta parte de los pacientes con parotiditis postpuberal sufren también orquitis que puede dar lugar a infertilidad. En algunos hombres la orquitis por parotiditis puede progresar hasta producir bajos niveles de testosterona con elevación de LH. La radiación y los quimioterápicos pueden dañar la función testicular.

El síndrome de sólo células de Sertoli se caracteriza por la ausencia de células germinales en pacientes con testículos pequeños, azoospermia, FSH elevada y testosterona normal. El diagnóstico se realiza mediante biopsia testicular. Se han descrito algunos síndromes poco caracterizados con anticuerpos anti-células de Leydig o anticuerpos anti-esperma.

Los varones con testosterona baja y niveles bajos o inapropiadamente normales de FSH y LH presentan un hipogonadismo secundario. El diagnóstico diferencial debe tener en cuenta, en primer lugar, que la enfermedad aguda puede suprimir transitoriamente el eje hipófiso-gonadal, por lo tanto, el estudio del paciente debería postponerse a la recuperación de la enfermedad. En los pacientes en los que concurren situaciones asociadas a bajos niveles de SHBG (tabla 7), debe cuantificarse o estimarse la testosterona libre para evitar el diagnóstico erróneo de hipogonadismo hipogonadotrópico. Un ejemplo común es la obesidad, en la que tiene lugar un descenso de la testosterona total por dis-

minución de la concentración de SHBG, si bien la concentración de testosterona libre suele ser normal.

Si el diagnóstico se confirma hay que considerar en primer lugar las causas más habituales según se trate de un paciente prepuberal o postpuberal. En pacientes prepuberales las causas más habituales son el síndrome de Kallmann y el hipogonadismo hipogonadotrópico idiopático. Con menor frecuencia se presentan los tumores hipofisarios como el craneofaringioma, hiperprolactinemia, insuficiencia renal, enfermedad sistémica grave e irradiación craneal.

El tamaño testicular en pacientes con síndrome de Kallmann es más grande que el de los pacientes con síndrome de Klinefelter, debido a la presencia inicial de tejido germinal. Puede existir un desarrollo puberal parcial en pacientes con deficiencias no totales de gonadotropinas, por lo que el diagnóstico diferencial del síndrome de Kallmann con el retraso puberal puede ser difícil.

Quizá el aspecto del diagnóstico diferencial que más problemas plantea es el de un paciente en edad puberal en el que no tienen lugar los cambios esperables para su edad en los genitales externos y en los caracteres sexuales secundarios, es decir, la diferenciación entre la pubertad retrasada y la enfermedad orgánica causante de un hipogonadismo secundario. La primera es una situación de hipogonadismo hipogonadotropeo transitorio que cede espontáneamente y no requiere tratamiento, mientras que la segunda puede ser originada por un proceso grave. La presencia de un retraso en la maduración dental, la historia familiar de pubertad retrasada y la talla baja constitucional son datos que sugieren la presencia de una pubertad retrasada. Por el contrario, en presencia de otras deficiencias hormonales hipofisarias, síntomas neurológicos o visuales o manifestaciones no gonadales del síndrome de Kallmann, debe sospecharse un proceso orgánico causante de hipogonadotropismo. En muchas ocasiones esta diferenciación es difícil y sólo el transcurso del tiempo permite realizar un diagnóstico correcto.

En pacientes postpuberales las causas más habituales de hipogonadismo secundario son la hiperprolactinemia, la hemocromatosis, los tumores hipofisarios, los fármacos, la obesidad mórbida, la cirrosis y la uremia. En todos los varones con hipogonadismo secundario debe descartarse la hiperprolactinemia y la hemocromatosis. Este último proceso puede originar fallo testicular primario o bien un hipogonadismo hipogonadotrópico (65). La cuantificación de la ferritina sérica y de la saturación de transferrina permite descartar una hemocromatosis. La hiperprolactinemia, de origen tumoral o farmacológico, se detecta fácilmente cuantificando la prolactina sérica.

El hipogonadismo hipogonadotrópico adquirido puede ser parte de un hipopituitarismo originado por enfermedad del área hipotálamo-hipofisaria. La resonancia magnética hipofisaria está indicada para descartar la presencia de un adenoma hipofisario o de enfermedades infiltrativas, granulomas, metástasis o abscesos. La enfermedad crítica y la malnutrición pueden acompañarse de hipogonadismo hipogonadotrópico transitorio (66). El síndrome de inmunodeficiencia adquirida puede acompañarse de niveles bajos de testosterona generalmente asociados a gonadotropinas bajas, aunque a veces el patrón es de un hipogonadismo hipergonadotrópico (67).

Un problema particular lo plantean los pacientes ancianos. Los niveles androgénicos de varones ancianos suelen ser de aproximadamente la mitad o la tercera parte de los ha-

llados en sujetos jóvenes (68). Existe amplia discusión sobre si este descenso es un fenómeno fisiológico o un proceso patológico que requiere tratamiento. Algunos estudios iniciales sugirieron que el llamado hipogonadismo de comienzo tardío era un trastorno relacionado con enfermedades coexistentes; sin embargo, estudios más recientes apoyan la idea de que el declinar de la función testicular en el varón de edad avanzada puede asociarse a síntomas que con frecuencia responden a la sustitución androgénica (69). El diagnóstico correcto de este síndrome requiere la demostración de una producción baja de andrógenos.

Muchos de los varones ancianos con testosterona baja presentan gonadotropinas normales, lo que sugiere un hipogonadismo secundario. La prevalencia de macroadenomas hipofisarios en este grupo de población es baja y algunos autores opinan que no es costoso realizar pruebas de imagen hipofisarias en todos los hombres de más de 60 años con analítica compatible con hipogonadismo hipogonadotrópico (70). No obstante, se recomienda estudio hipofisario completo en varones ancianos con hipogonadismo que además presentan cualquiera de las siguientes circunstancias: niveles de testosterona por debajo de 150-200 ng/dl, sintomatología compresiva de tumor hipofisario (cefalea, alteraciones visuales), o hipotiroidismo hipotirotrópico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kazi M, Geraci SA, Koch CA. Considerations for the diagnosis and treatment of testosterone deficiency in elderly men. *Am J Med* 2007; 120:835-840.
2. Morley JE, Kaiser FE, Perry HM 3rd, et al. Longitudinal changes in testosterone, luteinizing hormone, and follicle-stimulating hormone in healthy older men. *Metabolism* 1997; 46:609-617.
3. Harman SM, Metter EJ, Tobin JD, et al. Longitudinal effects of aging on serum total and free testosterone levels in healthy men. Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Clin Endocrinol Metab* 2001; 86:724-731.
4. Mulligan T, Frick MF, Zuraw QC, et al. Prevalence of hypogonadism in males aged at least 45 years: the HIM Study. *Int J Clin Pract* 2006; 60:762-769.
5. Rhoden EL, Morgentaler A. Risks of testosterone-replacement therapy and recommendations for monitoring. *N Engl J Med* 2004; 350:482-492.
6. Wang C, Baker HW, Burger HG, et al. Hormonal studies in Klinefelter's syndrome. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1975; 4:399-411.
7. Simm PJ, Zacharin MR. The psychosocial impact of Klinefelter syndrome-a 10 year review. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2006; 19:499-505.
8. Ross JL, Roeltgen JP, Stefanatos G, et al. Cognitive and motor development during childhood in boys with Klinefelter's Syndrome. *Am J Med Genet A* 2008; 146A:708-719.
9. Bojesen A, Juul S, Birkebaek NH, et al. Morbidity in Klinefelter syndrome: a Danish register study based on hospital discharge diagnoses. *J Clin Endocrinol Metab* 2006; 91:1254-1260.
10. Simpson JL. Male pseudohermafroditism: genetics and clinical delineation. *Hum Genet* 1978; 44:1-49.
11. Tapanainen JS, Aittomaki K, Min J, et al. Men homozygous for an inactivating mutation of the follicle-stimulating hormone (FSH) receptor gene present variable suppression of spermatogenesis and fertility. *Nat Genet* 1997; 15:205-206.

12. Yavetz H, Harash B, Paz G, et al. Cryptorchidism: incidence and sperm quality in infertile men. *Andrologia* 1992; 24:293-297.
13. Hughes IA, Deeb A. Androgen resistance. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2006; 20:577-798.
14. Sahu R, Boddula R, Sharma P, et al. Genetic analysis of the SRD5A2 gene in Indian patients with 5alpha-reductase deficiency. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2009; 22:247-254.
15. Imperato-McGinley J, Zhu YS. Androgens and male physiology the syndrome of 5alpha-reductase-2 deficiency. *Mol Cell Endocrinol* 2002; 198:51-59.
16. Armendáriz-Cuevas Y, López-Pisón J, Calvo-Martín MT, et al. Distrofia miotónica. Nuestra experiencia de 18 años en consulta de Neuropediatría. *An Pediatr (Barc)* 2010; 72: 133-138.
17. Velázquez de Cuellar Paracchi M, Leal Orozco A, Ruiz Serrano C, et al. Micropenis and bilateral cryptorchidism secondary to vanishing testes syndrome. *An Pediatr (Barc)* 2009; 70:199-200.
18. Aiman J, Brenner PF, MacDonald PC. Androgen and estrogen production in elderly men with gynecomastia and testicular atrophy after mumps orchitis. *J Clin Endocrinol Metab* 1990; 50:380-386.
19. Watson AR, Rance CP, Bain J. Long term effects of cyclophosphamide on testicular function. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1985; 291:1457-1460.
20. Danesi R, La Rocca RV, Cooper MR, et al. Clinical and experimental evidence of inhibition of testosterone production by suramin. *J Clin Endocrinol Metab* 1996; 81:2238-2246.
21. Díez JJ, Iglesias P. Pharmacological therapy of Cushing's syndrome: drugs and indications. *Mini Rev Med Chem* 2007; 7:467-480.
22. Whorton D, Krauss RM, Marshall, et al. Infertility in male pesticide workers. *Lancet* 1977; 2:1259-1261.
23. Thomas WE, Cooper MJ, Crane GA, et al. Testicular exocrine malfunction after torsion. *Lancet* 1984; 2:1357-1360.
24. Uibo R, Aavik E, Peterson P, et al. Autoantibodies to cytochrome P450 enzymes P450scc, P450c14, and P450c21 in autoimmune polyglandular disease types I and II and in isolated Addison's disease. *J Clin Endocrinol Metab* 1994; 78:323-328.
25. Gordon GG, Altman K, Southren AL, et al. Effect of alcohol (ethanol) administration on sex-hormone metabolism in normal men. *N Engl J Med* 1976; 295:793-797.
26. Poretsky L, Can S, Zumoff B. Testicular dysfunction in human immunodeficiency virus-infected men. *Metabolism* 1995; 44:946-953.
27. Warren MP, Vu C. Central causes of hypogonadism-functional and organic. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2003; 32:593-612.
28. Layman LC. Hypogonadotropic hypogonadism. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2007; 36:283-296.
29. Hardelin JP, Petit C. A molecular approach to the pathophysiology of the X chromosome-linked Kallmann's syndrome. *Baillière's Clin Endocrinol Metab* 1995; 9:489-507.
30. Sato N, Katsumata N, Kagami M, et al. Clinical assessment and mutation analysis of Kallmann syndrome 1 (KAL1) and fibroblast growth factor receptor 1 (FGFR1, or KAL2) in five families and 18 sporadic patients. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89:1079-1088.
31. Hamaguchi K, Arikawa M, Yasunaga S, et al. Novel mutation of the DAX1 gene in a patient with X-linked adrenal hypoplasia congenita and hypogonadotropic hypogonadism. *Am J Med Genet* 1998; 76:62-66.
32. Seminara SB, Messenger S, Chatzidaki EE, et al. The GPR54 gene as a regulator of puberty. *N Engl J Med* 2003; 349:1614-1627.

33. Lofrano-Porto A, Barra GB, Giacomini LA, et al. Luteinizing hormone beta mutation and hypogonadism in men and women. *N Engl J Med* 2007; 357:897-904.
34. Maghnie M, Ghirardello S, Genovese E. Magnetic resonance imaging of the hypothalamus-pituitary unit in children suspected of hypopituitarism: who, how and when to investigate. *J Endocrinol Invest* 2004; 27:496-509.
35. Spratt DI, Cox P, Orav J, et al. Reproductive axis suppression in acute illness is related to disease severity. *J Clin Endocrinol Metab* 1993; 76:1548-1554.
36. Ding EL, Song Y, Malik VS, et al. Sex differences of endogenous sex hormones and risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2006; 295:1288-1299.
37. Feldman HA, Longcope C, Derby CA, et al. Age trends in the level of serum testosterone and other hormones in middle-aged men: longitudinal results from the Massachusetts Male Aging Study. *J Clin Endocrinol Metab* 2002; 87:589-598.
38. Swartz CM, Young MA. Low serum testosterone and myocardial infarction in geriatric male inpatients. *J Am Geriatr Soc* 1987; 35:39-44.
39. Asthana S, Bhasin S, Butler N, et al. Masculine vitality: pros and cons of testosterone in treating the andropause. *J Gerontol A Med Sci* 2004; 59A:461-465.
40. Morley JE, Charlton E, Patrick P, et al. Validation of a screening questionnaire for androgen deficiency in aging males. *Metabolism* 2000;49:1239-1242.
41. Makhside N, Shah J, Yan G, et al. Hypogonadism and metabolic syndrome: implications for testosterone therapy. *J Urol* 2005; 174:827-834.
42. Laaksonen DE, Niskanen L, Punnonen K, et al. Testosterone and sex hormone-binding globulin predict the metabolic syndrome and diabetes in middle-aged men. *Diabetes Care* 2004; 27:1036-1041.
43. Bodie J, Lewis J, Schow D, et al. Laboratory evaluations of erectile dysfunction: an evidence-based approach. *J Urol* 2003; 169:2262-2264.
44. Nieschlag E, Swerdloff R, Behre HM, et al. Investigation, treatment and monitoring of late-onset hypogonadism in males: ISA, ISSAM, and EAU recommendations. *Int J Androl* 2005; 28:125-127.
45. Nottelmann ED, Susman EJ, Dorn LD, et al. Developmental processes in early adolescence: relations among chronologic age, pubertal stage, height, weight, and serum level of gonadotropins, sex steroids, and adrenal androgens. *J Adolesc Health Care* 1987; 8:246-260.
46. Wheeler MJ, Barnes SC. Measurement of testosterone in the diagnosis of hypogonadism in the ageing male. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2008; 69:515-525.
47. Dunn JF, Nisula BC, Rodbard D. Transport of steroid hormones: binding of 21 endogenous steroids to both testosterone-binding globulin and corticosteroid-binding globulin in human plasma. *J Clin Endocrinol Metab* 1981; 53:58-68.
48. Van den Beld AW, de Jong FH, Grobbee DE, et al. Measures of bioavailable serum testosterone and estradiol and their relationship with muscle strength, bone density, and body composition in elderly men. *J Clin Endocrinol Metab* 2000; 85:3276-3282.
49. Moffat SD, Zonderman AB, Metter EJ, et al. Longitudinal assessment of serum free testosterone concentration predicts memory performance and cognitive status in elderly men. *J Clin Endocrinol Metab* 2002; 87:5001-5007.
50. Bhasin S, Cunningham GR, Hayes FJ, et al. Testosterone therapy in adult men with androgen deficiency syndromes: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2006; 91:1995-2010.
51. Petak SM, Nankin HR, Spark RF, et al. American Association of Clinical En-

- ocrinologists medical guidelines for clinical practice for the evaluation and treatment of hypogonadism in adult male patients-2002 update. *Endocr Prac* 2002; 8:439-456.
52. The Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine. Treatment of androgen deficiency in the aging male. *Fertil Steril* 2004; 81:1437-1440.
 53. Vermeulen A, Verdonck L, Kaufman JM. A critical evaluation of simple methods for the estimation of free testosterone in serum. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84:3666-3672.
 54. Blight LF, Judd SJ, White GH. Relative diagnostic value of serum non-SHBG-bound testosterone, free androgen index and free testosterone in the assessment of mild to moderate hirsutism. *Ann Clin Biochem* 1989; 26:311-316.
 55. Zimmerman AC, Buhr KA, Lear SA, et al. Age-dependent reference intervals for measured bioavailable testosterone on the Siemens Advia Centaur: ethnicity-specific values not necessary for South Asians. *Clin Biochem* 2009; 42:922-925.
 56. Wheeler JM. Assays for LH, FSH, and prolactin. *Methods Mol Biol* 2006; 324:109-124.
 57. Sturgeon CM, Ellis AR. Standardization of FSH, LH and hCG-current position and future prospects. *Mol Cell Endocrinol* 2007; 260-262:301-309.
 58. Santen RJ, Leonard JM, Sherins RJ, et al. Short- and long-term effects of clomiphene citrate on the pituitary-testicular axis. *J Clin Endocrinol Metab* 1971; 33:970-979.
 59. Bassas Arnau L. Exploración de la función testicular. *Endocrinol Nutr* 2009; 56:18-31.
 60. Paduch DA, Fine RG, Bolyakov A, et al. New concepts in Klinefelter syndrome. *Curr Opin Urol* 2008; 18:621-627.
 61. Houk CP, Damián D, Lee PA. Choice of gender in 5alpha-reductase deficiency: a moving target. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2005; 18:339-345.
 62. Docimo SG, Silver RI, Cromie W. The undescended testicle: diagnosis and management. *Am Fam Physician* 2000; 62:2037-2044.
 63. Chilvers C, Dudley NE, Gough HM, et al. Undescended testis: the effect of treatment on subsequent risk of subfertility and malignancy. *J Pediatr Surg* 1986; 21:691-696.
 64. Rouso I, Iliopoulos D, Athanasiadou F, et al. Congenital bilateral anorchia: hormonal, molecular and imaging study of a case. *Genet Mol Res* 2006; 31:638-642.
 65. Siemons LJ, Mahler CH. Hypogonadotropic hypogonadism in hemochromatosis: recovery of reproductive function after iron depletion. *J Clin Endocrinol Metab* 1987; 65:585-587.
 66. Woolf PD, Hamill RW, McDonald JV, et al. Transient hypogonadotropic hypogonadism caused by critical illness. *J Clin Endocrinol Metab* 1985; 60:444-450.
 67. Dobs AS, Dempsey MA, Ladenson PW, et al. Endocrine disorders in men infected with human immunodeficiency virus. *Am J Med* 1988; 84:611-616.
 68. Deslypere JP, Vermeulen A. Leydig cell function in normal men: effect of age, lifestyle, residence, diet, and activity. *J Clin Endocrinol Metab* 1984; 59:955-962.
 69. Simon D, Preziosi P, Barrett-Connor E, et al. The influence of aging on plasma sex hormones in men : the Telecom Study. *Am J Epidemiol* 1992; 135:783-791.
 70. Grant NN, Anawalt BD. Male hypogonadism in the primary care clinic. *Prim Care Clin Office Pract* 2003; 30:743-763.

OBRA CIVIL Y RECUPERACIÓN ECONÓMICA*

DR. D. JAIME LAMO DE ESPINOSA
Académico de Número de la Real Academia de Doctores de España

1. LA SITUACIÓN ECONÓMICA: 2009 Y PREVISIÓN 2010

Nuestra economía, a punto de cerrar el año 2009, se caracteriza por una recesión acentuada, un déficit público muy acusado, un paro que no decrece, una inversión extranjera que comienza a huir (han caído un 60% en el primer semestre), un déficit que alimenta una deuda pública que crece a ritmos desconocidos, una recaudación del IVA que solo equivale al servicio de la deuda, una carrera entre ingresos y gastos fiscales ganada mes a mes por los gastos, etc., etc. Por eso en el último **The Economist** nos califican como lo hacen después de aquel artículo titulado «España, se acabó la fiesta»...

Los principales indicadores macroeconómicos en España, son hoy los siguientes:

- El Producto Interior Bruto ha registrado un decrecimiento continuo desde 2007. Según los datos publicados en Noviembre, la economía española se contrajo un 4% en tasa interanual. Y son ya cinco los trimestres consecutivos en los que se contrae. Por lo que oficialmente entramos en recesión (dos trimestres de crecimiento negativo) a finales del año pasado. Y las previsiones de la Comisión Europea son negativas, estimando que en 2010 se contraerá aún un 0,8%. Por el contrario, el PIB de la zona euro ha corregido su tendencia bajista, creciendo un 0,4 % en el tercer trimestre, según Eurostat y la salida de la recesión la confirma la Comisión Europea que prevé que en la Eurozona el PIB crezca un 0,7% en 2010.
- En el mercado laboral, continúa aumentando el desempleo desde 2007 hasta situarse en más de 4 millones de parados según la EPA correspondiente al tercer trimestre del 2009. Pero según las cifras desestacionalizadas de Eurostat publicadas en octubre, superábamos ya el 19,3%, frente a la mitad, 9,7%, de la eurozona. Con esta evolución, el FMI prevé que la tasa de paro en España se sitúe en el 20,2% en 2010. Y esto es una media por lo que hay que suponer cifras más altas en algunos trimestres. Pero lo peor es que el paro afecta ya al 42,9% de los jóvenes que están desempleados frente al 20% de media europea o al 7,2% de Holanda y, además, el paro está afectando ya profundamente a los empleos de larga duración. Fuimos hace años líderes europeos en la creación de empleo y hoy lo somos en destruirlo.

* Conferencia pronunciada en la Cámara de Sevilla el 3-12-2009.

- El resultado de las cuentas del Estado ha dado un giro brusco desde 2007, cuando hubo superávit del 2,2 % del PIB. En lo que va de año hemos pasado a -59.310 M€ en octubre. Octubre frente a octubre se ha multiplicado por 7. Y sigue creciendo de forma que, según las últimas previsiones de la Comisión Europea, a finales de año se situará por encima del 10%.

Al tiempo la **economía real** no mejora, sino que empeora:

- El **sector agrario**, que acaba de manifestarse en Madrid, contempla como su Renta Agraria en 2008 ha sido, en euros constantes, igual a la de los años 1994-95 y su RA/UTA igual a 1992-93, pese a la caída de las UTAs y el fuerte aumento de las subvenciones lo que muestra unas rentas comprimidas por la «doble presión inversa» entre proveedores y distribución.
- **La industria** tampoco ofrece una panorámica tranquilizadora. En el acumulado de los nueve primeros meses de 2009, según el INE, la cifra de negocios de la industria arroja un descenso del 25,5% y las entradas de pedidos se han reducido un 27%.
- En cuanto al **turismo**, entre enero y octubre de 2009 llegaron a España 46,7 millones de turistas, un 9,3% menos que en el mismo periodo del año anterior.
- El **comercio** también ha reducido su cifra de negocio. Así, las ventas del comercio minorista han aumentado su retroceso en octubre hasta el 3,9% en tasa interanual. Un elocuente dato de nuestra situación es que el consumo alimentario se ha reducido en un 1,6% en el año.
- Y el **sistema financiero —banca y cajas—** muestra unas cifras de endeudamiento notables, que se agrava porque la calidad de sus activos no financieros puede haber empeorado con los meses. Y de ser esto así afectará a sus provisiones. Y acentuará el ya serio problema de la falta de liquidez para empresas PyMES o de tamaño superior y el crédito a las familias. Por eso el problema para nuestras empresas es que la banca española, aunque ha sostenido el golpe inicial de la crisis, estará sometida a las obligaciones de su deuda lo que inducirá la acentuación de la falta de inyección crediticia en el sistema. Y no creo que esto cambie durante el año 2010...

2. NUESTRA CRISIS

La conclusión de lo anterior es que nuestra crisis es muy profunda, y, a falta de medidas eficaces y de impacto, saldremos de ella más lentamente y con más costes. Así pues, todavía nos quedan meses destruyendo empleo, pese que los demás en la eurozona crezcan a más ritmo, salgan paso a paso de su situación y mantengan un tejido productivo bastante poco dañado. Y ello es así porque en nosotros concluyen tres crisis:

- 1) **La financiera internacional** que se abre en el último trimestre de 2008 y
- 2) **La inmobiliaria** que se abre en el año 2006 materializándose en 2007 y acentuándose en los dos años siguientes.
- 3) **La de modelo productivo**, sobre la que sólo diré unas palabras para no alargar excesivamente esta intervención.

2.1. La crisis financiera internacional

La economía es siempre cíclica. Los periodos de prosperidad están automáticamente seguidos por periodos de «liquidación» de los fenómenos ligados a la prosperidad. Podemos asegurar que hemos pasado un ciclo largo de Kondratieff (1935) de unos 40/50 años, y varios ciclos «mayores» de Juglar (1869) de unos 8 años.

Esta crisis, la nacida de las subprimes, «singular, severa, sincrónica y simultánea»¹ en todo el mundo, para entrar, pero no parece que sea así para salir. La crisis larga, o la derivada de octubre 2008 puede que no sea comparable con ninguna otra en «todos» los aspectos, aunque encontramos algunas coincidencias entre crisis anteriores y algunos de los hechos que los rodearon y lo que hoy nos ocurre. Pero ninguna opera en el subconsciente colectivo tanto como la crisis de 1929, aunque ninguno de los que hoy estamos aquí vivimos aquellos momentos.

Pero la crisis de 1929 afectó a pocos países. Tuvo gran impacto en EEUU, menos en Europa —más en Inglaterra y Francia— y apenas nada en Asia. La debilitada situación en la que por entonces se encontraba la economía española sí se vio agravada por la crisis, aunque curiosamente el entonces Presidente de la República de España, Manuel Azaña, ni lo mencionara en sus *Memorias*.

La que hoy vivimos es global por eso saldremos juntos o no saldremos y, además, la crisis española es distinta, ya que a la crisis financiera global se le superpone la crisis propia del sector inmobiliario.

2.2. La crisis inmobiliaria

Comienzo por afirmar que cuando llegó la crisis financiera la inmobiliaria llevaba casi un año destruyendo actividad y empleo. El sector de la construcción, que se componía, en el máximo momento de auge, de $\frac{3}{4}$ partes en el subsector de edificación y un 25% en la obra civil, representaba a su vez un 12% del PIB frente a solo un 7,5% en 199. Ello le hacía tener un peso y un efecto multiplicador sobre la economía muy superior a otros sectores, así como un gran poder de generación de empleo de poca calidad, de ahí el efecto tan depresivo que ha producido el *crash* del sector inmobiliario sobre el conjunto de la economía nacional. Eso sí se critica desde todas partes la «burbuja inmobiliaria» pero se añora el empleo que generaba...

Y ese sector muestra unos índices hoy con mala catadura. La producción en el sector de la construcción ha variado en España un -20,5% en julio 09 contra julio anterior, porcentaje que duplica el de la Eurozona -10,8% y la tasa intermensual cayó un -4,1% frente a un -2,0% en la eurozona (Fuente: Eurostat). Al igual que el PIB que cayó un -1,1% frente a -0,2%, 2º trimestre 2009 frente al 1.º.

La fase expansiva de la edificación residencial en España durante los últimos 15 años, elevó la oferta de viviendas hasta niveles muy superiores a la media de los países europeos. Hubo una explosión del sector de edificación por necesidades de nuevas familias (singles, extranjeros, etc.) y por una gran especulación. Su punto álgido se produjo en 2006, con una cifra récord de construcción de viviendas nuevas (en parte motivada para evitar el

¹ Ontiveros, Emilio. Conferencia pronunciada ante la Asamblea de ANCI el 24.6.2009.

nuevo Código Técnico de Edificación que suponía un encarecimiento de la vivienda). A partir de 2007 la cifra de viviendas en construcción comienza a caer. ¿Por qué?

Porque el debate en el Parlamento Europeo sobre el sector en España —por cierto impulsado por europarlamentarios españoles— al que le sigue una inspección en la costa española, varias declaraciones y pronunciamientos, acaba ocasionando páginas enteras en periódicos británicos, alemanes y franceses previniendo a sus nacionales sobre la inseguridad jurídico-inmobiliaria de las viviendas en la costa española. Y ahí comienza la recesión en la costa. A lo que se suma la aplicación sin paliativos de la Ley de Costas lo que acentúa más este problema. Todo ello alejó las compras de europeos que venían adquiriendo unas 100.000 viviendas anuales.

Y lo que debería haber sido una desaceleración suave, se convirtió, más tarde, por la fuerte restricción crediticia a partir del verano de 2007, en una caída drástica de la demanda de vivienda. La realidad hoy es que, en 2009, apenas se construirán en España un 10% de las viviendas que se construían en 2006. Y si bien en la crisis inmobiliaria de los 90 y anteriores hubo crédito amplio para las empresas ahora es inexistente. Esa es la gran diferencia entre aquella y ésta crisis.

El reajuste brusco del sector está suponiendo la destrucción de empleo, hasta los más de 700.000 parados que ya acumula la construcción, y esto sin contar con los empleos indirectos. Porque no se debe olvidar que la industria auxiliar también se ha visto afectada con dureza desde 2007. La caída de la producción y ventas de materiales como azulejos, cerámica, madera, muebles, hormigón o cemento, que viene produciéndose por dos años consecutivos, continuará de cara a 2010 aunque de una manera más contenida. Sus cifras apuntan a que al cierre de 2009 el consumo de materiales en la construcción supondrá la mitad que en 2007. Y la caída de la construcción ha afectado severamente a comunidades como Valencia, Murcia o Andalucía.

Esta situación no se resolverá hasta que se absorba el *stock* de viviendas sin vender, que se cifra en torno a 750.000-1.000.000, lo que no ocurrirá hasta 2012 según las fuentes más optimistas o hasta 2015 según las más pesimistas. Y mientras, en este contexto de crisis del sector e incremento del paro, bancos y cajas se han visto forzados a tener que quedarse con una gran parte de estas viviendas como pago de deudas o ejecución de hipotecas o embargos, lo que supone un perjuicio para sus resultados. A mediados de este año la cartera de estos activos inmobiliarios no deseados ascendía a más de 20.000 millones de euros y es obvio que ésta situación no favorece al mercado crediticio. Ni tampoco al inmobiliario, puesto que supone un mercado paralelo muy competitivo en precio y en acceso al crédito hipotecario.

En todo caso no hay que demonizar la edificación, ni mucho menos a sus empresas inmobiliarias o constructoras. España, como otros países, cuando salga de la crisis, seguirá necesitando un ritmo de nuevas viviendas no menor a 200/300.000 al año cuando el stock actual se haya saneado... lo que tardará tiempo, sin duda.

3. El año 2010 y la obra civil ante la crisis

En ese contexto de crisis financiera no agotada, sector inmobiliario en parálisis total y paro creciente, todos anticipamos un año 2010 muy duro y más aún en ausencia de reformas estructurales inmediatas. En eso coinciden FMI, OCDE, Comisión Europea, ex

ministros de economía, Funcas, etc. También las cifras de Eurostat y las proyecciones del Ejecutivo comunitario apuntan a que mientras que, técnicamente, el conjunto de Europa ha salido de la recesión, España (junto con el Reino Unido), continúa en ella.

Y estas previsiones han sido agravadas con las observaciones realizadas en los últimos días por Strauss-Khan, Director del FMI o por Trichet, Gobernador del Banco Central Europeo. Sí... hay casi un diagnóstico común. 2010 puede ser un año muy complicado, porque nos vamos a encontrar con un déficit quizá mayor que el de este año, o al menos igual, el efecto paro aún tendrá una cola larga y con un PIB que será el peor en crecimiento de la eurozona. Y si eso es así, nuestra situación no será nada cómoda. Y es que, insisto, la crisis española se agudiza por los problemas propios, por lo que la recuperación será más lenta y dolorosa que en otros países.

¿Y que medidas se han tomado globalmente ante esta situación?

Todos los gobiernos mundiales han puesto en marcha planes de estímulo de sus economías que han creado muchas expectativas ya que el compromiso de los gobiernos es muy fuerte y la liquidez inyectada al mercado muy significativa. Y estas medidas han seguido a una rápida y profunda acción sobre el sistema financiero, que no describo porque no es el lugar pero que todos Udes conocen.

Pero los programas de estímulo de la actividad están teniendo un denominador común basado en la política keynesiana que defiende el «gasto público productivo» para evitar el colapso y salir de la crisis. Si el mundo ha salido siempre de cada una de las crisis sufridas, y muchas soluciones a las del siglo XIX y a la de 1929, son comunes, parece que la apelación a la obra pública como motor generador de inversión y empleo en la economía, tan característica de entonces, también puede y debe serlo hoy.

Y es que las inversiones públicas en infraestructuras desencadenan importantes efectos económicos que a corto plazo dinamizan la economía y a largo plazo suponen una mejora de la productividad y reducen los costes en el sector privado, lo ayuda al crecimiento sostenido de la economía y además, en momentos de crisis, sirven como elemento de estabilización contracíclica, gracias a los siguientes efectos:

- Creación de empleo, estimándose que un incremento sostenido de la inversión anual en construcción (no residencial) del 1% sobre el PIB genera aproximadamente 100.000 puestos de empleo directos y 80.000 indirectos.
- Incremento de la producción que conlleva un aumento de la renta y la creación de puestos de empleo inducidos.
- Aumento de los ingresos fiscales procedentes de los impuestos que gravan las rentas generadas.
- Mejora de la competitividad del país.

Tenemos un ejemplo claro en la crisis de 1929, cuando Roosevelt apostó decididamente por la obra civil y los programas de inversión en el marco del *New Deal*, como herramienta para reactivar la economía y reabsorber a los parados mediante una serie de medidas de intervención estatal. La *National Industry Recovery Act*, autorizaba la finan-

ciación de obras públicas por un valor de 3.300 millones de dólares (equivalentes hoy a 51.000 millones de dólares), así como la creación de la *Public Works Administration*, por medio de la cual se realizó una inversión hasta su desaparición en 1942 de 13.000 millones de dólares (equivalentes a 202.000 millones de dólares actuales) en obras públicas (1.000.000 km de carreteras, 120.000 edificios públicos, 77.000 puentes, 285 aeropuertos, etc...), consiguiendo absorber 1/3 de los desempleados de la época².

Bien es cierto que en aquella época esas obras eran muy intensivas en mano de obra y hoy lo son bastante menos, pero aún así la obra civil sigue teniendo una gran capacidad de generar empleo y su efecto multiplicador induce además la creación de empleo indirecto en otros sectores. Y por ello todas las voces continúan insistiendo en que es necesaria inversión en obra pública. Destaco algunas recomendaciones al respecto:

- **Paul Krugman**, premio Nobel de Economía 2008: «Los tradicionales programas del estilo PWA —invertir en carreteras, edificios públicos, puertos y otras infraestructuras— son una herramienta muy efectiva para crear empleo».
- **Bert Rürup**, presidente del Consejo Económico asesor de Merkel (los cinco sabios): «Las medidas (de infraestructuras) no impedirán pero mitigarán la recesión».
- **Gordon Brown**: «Quiero demostrar que podremos, a través de las inversiones públicas, crear probablemente 100.000 trabajos adicionales».
- **Sarkozy**: «Las inversiones son caras. Pero cuesta más pagar seguros de desempleo cuando se pierden puestos de trabajo».
- **Barak Obama**: «Crearemos millones de puestos de empleo haciendo la mayor inversión en nuestras infraestructuras desde la creación del sistema federal de autopistas en los 50».

En esta línea, los gobiernos han respondido a la crisis con programas de inversión pública, principalmente en infraestructuras, basándose en su efecto multiplicador sobre la actividad económica.

- **Alemania**: 18.000 millones de euros para la renovación de infraestructuras municipales.
- **Reino Unido**: Plan de inversión pública en escuelas, hospitales, medio ambiente, infraestructuras y transportes.
- **Francia**: Inversión de 6.500 millones de euros en infraestructuras (líneas férreas, escuelas y hospitales).
- **España**: Fondo Estatal de Inversión Local (Plan E) de 8.000 millones de euros y aumento de la partida para licitación en infraestructura en los PGE.
- **E.E.U.U.**: Inversión de 90.000 millones de dólares en infraestructuras.

² Niveau, Maurice. Historia de los hechos económicos. Ariel. 1973.

4. LA OBRA CIVIL EN ESPAÑA

España también ha apostado por la obra civil. Para dinamizar la economía y favorecer la creación y el mantenimiento de puestos de trabajo se creó el Fondo Estatal de Inversión Local, Plan E, aprobado en Consejo de Ministros el 28 de noviembre de 2008. Dotado con 8.000 millones de euros, tenía por objeto aumentar la inversión pública en el ámbito local mediante la financiación de obras de nueva planificación y ejecución inmediata a partir de comienzos de 2009 y finalización durante el primer trimestre de 2010. En esta línea, en octubre de 2009, el Gobierno ha aprobado un segundo Plan E o Fondo para el Empleo y la Sostenibilidad Local, que prevé crear 200.000 nuevos empleos temporales.

El año 2009 se está cerrando con el récord en inversión pública ejecutada, pero con unos niveles de licitación muy reducidos que sólo podrían corregirse si, como está anunciado, se aumenta fuertemente el volumen de licitación en el mes que queda del año.

Para el 2010 el gobierno insiste en el gasto social (sobre todo en el subsidio de desempleo) pero también en el gasto productivo. Y en este último caso apuesta por definir la inversión de obra pública como «inversión productiva anticíclica». Estoy de acuerdo en el concepto. Pero me preocupa que las cifras de inversión no sean tan elevadas como este objetivo aconseja.

Y en tal sentido Fomento propone un plan muy ambicioso, puesto que adicionalmente a la inversión de 24.000 millones de euros en infraestructuras de todo el conjunto del sector público estatal incluida en los Presupuestos Generales del Estado para el 2010, —adicionalmente digo— contempla un Plan extraordinario de Infraestructuras para invertir 15.000 millones de euros en colaboración con la iniciativa privada (los llamados PPP). Y no olvidemos que hoy por cada 1.000 millones de euros en inversión pública en obra civil se crean 18.000 puestos de trabajo directos e indirectos.

Pero las cifras presupuestadas y el contenido de los Presupuestos Generales del Estado 2010 no aclaran suficientemente este horizonte para el año que viene. ¿Por qué?:

1. Porque a pesar de los anuncios de acelerar el ritmo, la realidad es que en lo que va de año la licitación ha caído un 35% en el Ministerio de Fomento, respecto al mismo periodo del año anterior.
2. Porque las cifras del presupuesto no despejan algunas incógnitas sobre las cifras reales de inversión/licitación que sus organismos y/o empresas públicas (ADIF, SEITT, etc.) van a ser finalmente capaces de movilizar.
3. Porque para evitar que la financiación de una obra presupuestaria recaiga sobre las empresas, las licitaciones de obras plurianuales deberían realizarse de manera que las anualidades se ajusten al avance real de la obra y no de forma que se demoren los pagos más importantes hasta el final de la misma. No hay que usar un método alemán encubierto. Hay que tender al esquema «obra ejecutada=obra pagada».
4. Porque una buena parte del proyecto inversor del Ministerio de Fomento para el próximo año pretende apoyarse en modelos de colaboración público privada (PPP) que requieren de unas aportaciones crediticias por parte del sistema financiero que en

este momento nadie es capaz de asegurar. Confío en que el apoyo del Banco Europeo de Inversiones, y del ICO facilite la financiación de este plan extraordinario de infraestructuras. Para las empresas de ANCI este plan de inversión del Gobierno es de suma importancia y es de agradecer el esfuerzo del Ministro de Fomento por mantener lo niveles de inversión pública en infraestructuras, desbloqueando temas como las radiales o las autovías de 1.^a generación, vía presupuestos.

5. Porque existe un anteproyecto de Ley de Captación de Financiación en los Mercados —hoy en fase de enmiendas— que será la base de la financiación de las concesiones y contratos de PPP. Su necesidad a mi juicio habría justificado que se aprobara por razones de urgencia como Real Decreto Ley.
6. Porque aumentar las partidas de gasto productivo en obra civil siempre chocará con la limitación al 3% del déficit a efectos de los criterios de convergencia del euro por parte de la UE. Y en este sentido vengo insistiendo en distintos foros que tales inversiones (junto con las de I+D+i) no deben ser computadas a efectos del cálculo de déficit ya que no es igual el gasto corriente que la inversión productiva. Ambas deben ser tratadas de modo diferente. En esto me uno a quien lo sugirió por vez primera, el Presidente Sarkozy. Y sería deseable que la Presidencia española de la UE la hiciera suya.
7. Por eso es tan necesario que el presupuesto tienda a reducir el déficit, no a alimentarlo. Naturalmente el gasto a reducir debe ser el consuntivo, el corriente, no el productivo, no la inversión en infraestructuras o en I+D+i. Activar esa inversión en infraestructuras es ponerle un motor a la recuperación. Y hay algo más en relación al tema: crear empleo es mejor que subsidiarlo y supone mayores ingresos —cotizaciones y renta— y un menor gasto-subsidios.
8. Y, en mi opinión, quedan amplios márgenes para corregir el déficit si se trabaja sobre el gasto corriente de autonomías —grandes centros de gasto que no acaban de ver que están poniendo en peligro su propia existencia— y administración central. La productividad de la función pública es absolutamente disfuncional y no sé hasta cuando los empresarios van a soportar cómo sus cargas fiscales son aplicadas así.

Pero quiero insistir en que para que un plan de inversión sea eficiente debe hacerse con una serie de criterios:

- 1) Cualquier obra que se inicie debería hacer a nuestro país más competitivo. Se deben priorizar las cofinanciadas, aquellas que más contribuyen al incremento de la productividad (mayor relación coste-beneficio) y las que aproximan España al nuevo centro de gravedad de la UE (que se ha desplazado al Este), p.e las conexiones transpirenaicas, las redes para mercancías, etc.

- 2) Debe fomentarse la competencia y participación de las empresas, de todas, no solo de unas pocas.

- 3) La Alta Velocidad Española que comenzó aquí en Sevilla en 1992, merece un premio, un Nóbel, porque sobre ella se ha producido un fenómeno raro, y es la continuidad en esa política por parte de todos los gobiernos. Muchas políticas —educativa, del agua,

exterior, etc.— darían resultados extraordinarios si fueran así, consensuadas y mantenidas en el largo plazo.

4) Es hora de potenciar el transporte por Ffcc. de mercancías, pues carecemos de una adecuada y suficiente estructura del FFCC de mercancías lo que va contra la competitividad de nuestras exportaciones.

5. LA NUEVA LEY DE ECONOMÍA SOSTENIBLE Y LA OBRA CIVIL

No debo finalizar esta exposición sin hacer una mención, por escueta que sea, a la nueva ley de economía sostenible aprobada en el último Consejo de Ministros de la semana pasada. Una ley difícil de asimilar en dos días pues tiene más de 200 páginas, y cientos de artículos y disposiciones adicionales y transitorias. Una ley que ya ha sido políticamente juzgada ayer en el Congreso de los Diputados. Y que anuncia innumerables planes y programas a desarrollar así como numerosas leyes que afectan a casi todo. Una inmensa tarea. Trataré sólo de algunas cuestiones que afectan al sector:

- Exigencia de pago de las AA.PP en un plazo de 30 días tras las certificaciones e igual obligación de contratistas a sus proveedores en 60 días para PyMES y autónomos, con entrada en vigor de todo ello en 2013, es decir tras las próximas elecciones. Hoy el periodo medio de cobro del Estado es de 140 días, CCAA 155 días y Local 238 días. Estamos de acuerdo en que se aplique antes siempre que todas las Administraciones públicas paguen en 30 días el stock de deuda viva que ya acumulan con las empresas por obra pública y que es nada menos que unos 22.300 M€ (julio 2009) y de ella vencida y en mora 14.800. Y sugerimos también, una vez más, que se complemente —vía enmienda parlamentaria- tal previsión con la posibilidad de pagar a las diferentes administraciones públicas con pagarés o documentos de pago emitidos por cualquier órgano de la administración pública.
- Limitación de los «modificados» en los contratos públicos, aunque hay que decir que el «modificado» no es una práctica astuta para mejorar las condiciones del contrato sino para subsanar errores o problemas no previstos que surgen en cada obra.
- Estímulo a la rehabilitación y renovación de viviendas. Nada que objetar y es un programa de alto interés.
- Creación de varios fondos en el ICO, uno para Inversiones de Capital en Infraestructuras. Aunque poco más se sabe de este fondo creemos que puede ayudar a desarrollar la aplicación del sistema de PPP en la hora actual.
- Creación de un programa de inversión en infraestructuras a licitar en los años 2010 y 2011.

6. EL NUEVO MODELO DE CRECIMIENTO

Pero no vivimos ya en una situación económica como la pasada. Y además la pasada no volverá. Así que conviene adaptarse y cuanto más rápido lo hagamos antes tocaremos fondo y saldremos de la crisis.

Entre las cosas a cambiar está nuestro modelo económico: ni podrá basarse en el inmobiliario ni puede continuar siendo tan intensivo en trabajo. Somos altamente intensivos en mano de obra y eso hoy no es un buen modelo en una economía global. Si queremos seguir siendo competitivos necesitamos disponer de energía, de innovación y ser competitivos. A mi juicio serían condiciones previas las siguientes:

- 1) **Energía** abundante, barata, no dependiente de países de gran riesgo en gas o petróleo y limpia de CO₂. El 85% de nuestro suministro proviene del exterior. Y las energías renovables están subvencionadas. Por eso es tan necesario modificar el mix energético. Hay que duplicar «ya» la potencia nuclear instalada sobre las mismas ocho centrales actualmente en funcionamiento. Esta orientación energética —la nuclear— es la que está practicando el mundo entero, incluso aquellos países europeos que hasta ahora eran reticentes con esta energía.
- 2) Es necesario apoyar de modo constante y creciente la **inversión en I+D+i**, con tecnología propia que es la que de verdad genera más valor añadido. En un mercado global no podremos competir por costes bajos de mano de obra —esa es tarea de algunos emergentes— sino por innovación, diseño, calidad, etc.
- 3) Es necesario reconstruir la **unidad del mercado** roto hoy en diecisiete mercados llenos de trabas a la instalación de nuevas industrias y empresas multinacionales. La inversión exterior en España ha caído un 60% en los seis primeros meses de 2009. Uno de los factores determinantes es este. Cambiémoslo. Y evítese el excesivo intervencionismo autonómico el llamado «desenfreno regulatorio»³, sobre todo.
- 4) Hay que modificar de modo urgente y por consenso el **modelo educativo** para que sea capaz de generar excelencia, fomentar la responsabilidad, el esfuerzo y la toma de decisiones por parte del alumno. Esa es la clave de la exportación de bienes, capital y ciencia en el futuro.
- 5) Debe reformarse el **mercado laboral** de modo urgente. Ya llevamos retraso. Hay que adaptarlo a los modelos europeos que sí crean empleo. Y desde luego no alterar la situación de los derechos originados en los contratos existentes.
- 6) Y todo ello hay que hacerlo sin generar enfrentamiento con los **empresarios** sino apoyando la colaboración. El estado no crea empleos, puede eso sí facilitar o dificultar su creación. Pero son los empresarios los que los crean. No demonicemos a los empresarios ni se generen conflictos absurdos entre dos partes que deben, ante la crisis, estar más unidos que nunca.

Y para terminar, quiero hacer un llamamiento a la responsabilidad. Las empresas constructoras de obra civil se dedican a construir infraestructuras y para ello participan en concursos públicos de las distintas administraciones públicas que unas veces ganan y, muchas otras, pierden. Quien decide en tales concursos es la «mesa de contratación» o, dicho de otro modo, el llamado «poder adjudicador». Y sus decisiones por ley se basan en criterios técnicos y económicos, es decir objetivos. Por eso no deben los partidos po-

³ Betancor, Andrés. Expansión. 3.12.09.

líticos usar en sus contiendas a empresas que, en medio de esa lid, acaban perdiendo su buen nombre y prestigio ganado tras muchos lustros de actividad ética y eficiente y poniendo, así, en riesgo miles de empleos que nada tiene que ver con la contienda política porque esas empresas pueden acabar cerrando y llevando al paro miles de empleos. Hoy más que nunca es esencial tratar con respeto al sector y sus empresas, que ya están pasando por situaciones difíciles, y cuidar su imagen evitando así una visión sesgada de la realidad que puede hacer mucho daño a la empresa, al empleo y a la provincia o comunidad autónoma donde residen. La construcción es una herramienta importante para crecer y salir de la crisis. No las use nadie para destruir y acentuar aún más esa crisis en términos de actividad y de empleo.

UNA APROXIMACIÓN SOCIOLÓGICA E HISTÓRICA SOBRE LA MILICIA UNIVERSITARIA

DR. D. JESÚS LÓPEZ MEDEL

Académico de Número de la Real Academia de Doctores de España

ÍNDICE

1. EJÉRCITO, SOCIEDAD Y UNIVERSIDAD.
2. LA LEY DE 29 DE JUNIO DE 1918, PARA LA REGULACIÓN DE LAS ESCALAS DE COMPLEMENTO. NACIMIENTO DEL MINISTERIO DE GUERRA.
3. ANTECEDENTES INMEDIATOS.
4. ESTÍMULOS SOCIOPOLÍTICOS Y PATRIÓTICOS.
5. SELECCIÓN Y RECLUTAMIENTO. LOS CAMPAMENTOS.
6. FINALIZACIÓN. SUS POSIBLES CAUSAS.
7. PERSPECTIVAS DE LA OFICIALIDAD DE COMPLEMENTO POR VÍA UNIVERSITARIA.

1. EJERCITO, SOCIEDAD Y UNIVERSIDAD

Este capítulo obedece al desarrollo y ampliación de una intervención en el Instituto de Historia y Cultura Militar¹, en Madrid, como final de un ciclo de conferencias que llevaba como rúbrica *«Escalas de Complemento. Origen y evolución»*. Desde el principio

¹ En Madrid, del 26 al 29 de octubre de 2009. La tres primera, con los títulos «Origen de la Escala de Complemento» (José Miguel QUESADA GONZALEZ), «De la Milicia Universitaria a la I.P.S.» (Fernando PUELL DE LA VILLA), «Origen e historia de las asociaciones de la Milicia Universitaria. La Avmuete» (Vicente CORBATON BLASCO). Asistí a todas ellas, aprendí, tomé buena nota, enriqueciendo mi propia documentación. Como sus textos habrán sido aportados por sus autores, sólo me queda aquí volver a agradecer a los Generales, y Director, no sólo la organización de tal ciclo, sino el texto final suyo que enlaza muy bien con el fundamento — y mi obsesión — por presentar a la Escala de Complemento. Lo hemos reiterado en una conferencia posterior (Semana XII, de la Milicia Universitaria Canaria 19-6-2010. Como demuestran mis obras *«Ejército y Universidad»*, 1963, 1.^a y 2.^a ediciones, y *«La*

hasta el fin, si algo tuvieran que subrayar sería analizar cómo un Ejército ha de asentarse ante una Cultura y Defensa de la Paz².

Si el Ejército nace del pueblo, y al pueblo ha de servir, con mayor razón la Filosofía de las Escalas de Complemento, y de una manera particular la Milicia Universitaria (en adelante, MU), que ha dado un contingente cuantitativo y en la calidad³.

Indudablemente, en las vicisitudes históricas, siempre se han dado circunstancias a veces excepcionales, que en ocasiones han estado más allá de las normas creadoras de los reglamentos. Pero para los iusnaturalistas, no apegados estrictamente a los aspectos normativos no siempre vividos o realizados o mal interpretados⁴, nos interesa la realidad vivida a los largo de los 30 años de la MU, con sus adaptaciones y vicisitudes, dentro de cada Campamento y de cada período concreto de la sociedad y de la universidad españolas.

Solemos argumentar, para esa concepción del Ejército y Sociedad, con la «filosófica» distinción del «guerrero», el «soldado» y el «militar», hecha por ORTEGA Y GASSET en diferentes textos⁵. Naturalmente en una época, ya no medieval, fuese de mesnadas, o de fuerzas vinculadas o reclutadas, al servicio de instituciones concretas⁶ —los Reyes, la nobleza, la Iglesia— el origen populista del Ejército había estado más limitado. Es cierto que en las guerras carlistas españolas, por su propia naturaleza y finalidades varias (territorialidad, dinásticas, religiosas, etc.), ya hubo reclutamientos de voluntarios que pasaban a formar cuadros de mandos, en determinadas condiciones.

Se dio de una manera básica en la Guerra de Independencia, en atención a que todavía las Capitanías estaban en mandos militares, obedientes al Rey —aunque estuviese en el exilio, como FERNANDO VII— o a la nobleza, o a cierta dependencia eclesial.

Milicia Universitaria. Alféreces para la Paz», ediciones de 1997, 1998 y 2001. Como complemento y acaso apéndice, habría que citar mis lecciones en Málaga, Zaragoza, Santa Cruz de Tenerife. Esta última, especialmente, por ser pronunciada en un contexto como el Aula Magna de la Universidad de La Laguna, presidida por su Rector Angel GUTIERREZ y el Teniente General Jefe del Mando Logístico de Canarias, ALAMAN, con un presentador universitario, el profesor BONOSO, todo ello bajo el Título «*Universidad, Política y Milicia en Ortega y Gasset*», edición de la Fundación Cultural de la Milicia Universitaria-Fundamu, 2005.

² Muy interesante me pareció la posición del Teniente General Luis FELIU, en el Centro Cultural de los Ejércitos, en Madrid (25-11-2009), sobre «Las Fuerzas Armadas que España necesita». Insistió en que el Ejército se concibe para combatir, sin perjuicio de que por su formación, o por los medios instrumentales modernos, pueda utilizar sus unidades en operaciones temporales internas —ordinarias y extraordinarias— o externas, cuando sean formadas en la «mismidad» de su origen, fuesen de la Legión, de Paracaidistas o cualesquiera otras de los tres ejércitos.

³ No hay cifras exactas, porque la documentación es muy incompleta. Pero podría estar en unos 25.000 sargentos, y unos 125.000 alféreces de complemento, referidos a las MU de Tierra, Mar y Aire. Ascendieron a Tenientes, Capitanes y Comandantes, unos 500.

⁴ Los romanistas, y también ORTEGA Y GASSET, eran admiradores del Derecho Romano, porque las instituciones creadas —familia, contrato, matrimonio, herencia— eran vividas por el pueblo romano y de ahí su atractivo para territorios a conquistar, y aun para el naciente Derecho Eclesiástico.

⁵ V., especialmente, nuestro trabajo citado «*Universidad...*».

⁶ A PALAFOX, en Zaragoza, lo tuvieron que lanzar los aragoneses, a través del «tío Jorge», frente a la Capitanía, de la que era Brigadier. Había dudas de la dependencia y de la suerte de un levantamiento. QUESADO GONZALEZ alude más extensamente a los precedentes remotos hasta llegar a la Ilustración.

Y para coronar este punto, traigo una cita singular que nos vale para encontrar esa sincronización de un Ejército como institución, y el soldado que nace del pueblo al servicio común de la sociedad⁷:

«XLII. Se ha creído indispensable dejar a los militares aquella parte del fuero particular que sea necesario para conservar la disciplina y la subordinación de las tropas en el Ejército y en la Armada. Sólo la Ordenanza es capaz de arreglar este punto tan importante, de modo que se concilien el objeto de la INSTITUCION MILITAR y el respeto debido a la ley y a las autoridades. El ciudadano es un soldado armado solamente par la defensa. Un ciudadano que, suspendiendo la tranquila e inocente ocupación de la vía ordinaria, va a proteger y conservar con las armas, cuando es llamado por ley, el orden público, en lo interior, y hacer respetar la nación, siempre que los enemigos de fuera intenten invadirla o para defenderla».

Esta Declaración, extensa y al tiempo precisa, antecedente vivo para otros preceptos de las Constituciones y Leyes Fundamentales posteriores, es desarrollada en el capítulo II de la Constitución de 1812, artículo 6: «*El amor a la Patria es una de las obligaciones principales de todos los españoles*»; o el art. 9: «*Todo español está obligado a sí mismo, a defender la Patria, con las armas, cuando fuera llamado por ley*» (El General VALLS RIPOLLES llegó a afirmar que «pueblo y ejército son una misma cosa», idea que informa todo este apartado⁸).

2. LA LEY DE 29 DE JUNIO DE 1918, PARA LA REGULACION DE LAS ESCALAS DE COMPLEMENTO. NACIMIENTO DEL MINISTERIO DE GUERRA

Es una norma que viene a recoger las variadas formas de reclutamientos, de procedencia civil. En las circunstancias y experiencias de la I Guerra Mundial, para formación de una Oficialidad anexa o de Complemento. Al tema le hemos dedicado atención singular en nuestra obra ya citada «*La Milicia Universitaria...*»⁹. Las diversas constituciones y normas especiales habían establecido ya el sistema de servicio militar obligatorio. He aquí unos datos:

Se destacan los criterios de formación de las Escalas, de manera especial las procedentes del voluntariado, con servicio mínimo de un año como variante de la «cuota militar». Admitidos por «concurso oposición», desde los 18 años. No abonaban nada por vestuario. Una vez ingresados, los instruía un oficial. A los tres meses, podían ascender a cabos, previo examen. Y así hasta suboficiales. El Jefe de cada Cuerpo presidía el Tri-

⁷ Texto de la Declaración Preliminar a la Constitución de las Cortes de Cádiz de 1812, Es una auténtica Exposición de Motivos, muy bien trabajada, de 24 de septiembre de 1810, es decir, en plena Guerra de la Independencia, dos años antes de la aprobación de la magna Constitución liberal de 1812, y cuatro años antes del final de la Guerra, 1814.

⁸ Sin duda han existido otros antecedentes, como por ejemplo el apuntado por el historiador MARTINEZ-RADIO GARRIDO, «*La Milicia Asturiana en la Guerra de Sucesión*», Fundamu, Madrid, 2005.

⁹ Con el subtítulo «*Alféreces para la paz*», tres ediciones, págs. 51-53. Al tema también se ha referido ampliamente el profesor y Coronel de Infantería PUELL DE LA VILLA, en la conferencia señalada en la Nota 1 del presente trabajo, aunque con algunos matices de interpretación en el desarrollo reglamentario.

bunal. A partir del segundo año, con los capitanes. Los procedentes de facultades universitarias podían acogerse a los beneficios de «voluntarios de un año». Con opciones concretas según su origen universitario —Farmacia, Derecho, Medicina, Ingeniería, etc. Un sistema continuado para poder conservar o seguir «el mejor estado de aptitud y de mando». Podían ser movilizados para maniobras o asambleas. Se podía ascender hasta Capitán, y recibir «recompensas de guerra».

Fue una legislación, con buena técnica jurídica, sometida en su interpretación reglamentaria, a las vicisitudes sociopolíticas desde 1918. Los oficiales de complemento, así seleccionados, fueron bien recibidos por los profesionales militares. En Marruecos tuvieron una participación valiosa.

3. ANTECEDENTES INMEDIATOS

Durante la II República se mantuvo la Oficialidad de Complemento, que vino a cubrir una parte del vacío de la legislación de AZAÑA, que permitió una «desmovilización encubierta», bajo un criterio de reestructuración. (En un primer momento fue elogiada por ORTEGA Y GASSET, aunque más tarde se desengañó del efecto antimilitarista que llevó consigo).

El nuevo marco sociológico y profesional va a surgir de la Guerra Civil española. El caso de Manuel GARCIA PELAYO, y de Javier CONDE, que se encontraban en Berlín, siendo Oficiales de Complemento y movilizados, llevó al primero a dirigirse al mando republicano y al segundo al nacional. Y en sus cátedras y destino, luego en la paz, tuvieron encargos diferentes: el primero, primer presidente del Tribunal Constitucional, y el segundo, catedrático y Director del Instituto de Estudios Políticos. Francisco MIR BERLANGA era Oficial de Complemento movilizado en Melilla el 17 de julio. Y José Antonio PRIMO DE RIVERA, Oficial de Caballería y asesinado en Alicante. Se ha hablado de los servicios, en uno y otro bando, de las condecoraciones y misiones. Ahora se estila la llamada «memoria histórica»¹⁰, no vendría mal recordar aquellas Escalas de Complemento, nacidas en 1918. Ocurre, sin embargo, que la naturaleza del levantamiento militar, que lo fue también del pueblo español en una buena parte, o que se hizo posible con la participación singular de aquél, nos van a ofrecer unas perspectivas singulares. Algunas recuerdan las propias de la Guerra de la Independencia, en términos parecidos a la alusión que hicimos anteriormente —por encima de los juicios de valor y de la reconciliación que se promovió— y otras particularidades concretas de territorios, ciudadanos y circunstancias personales.

Los «Alféreces Provisionales», por un lado, y los «Tenientes de Campaña», de otro —como ha relatado el Coronel GARATE—, tuvieron unos precursores voluntarios, antes incluso de las Cajas de Reclutamiento, «Milicias» de Falange, o «Tercios» de voluntarios Requetés. Como paso previo para ir al frente. Hay una carta de MOLA a FRANCO, hacia 1937, aconsejando una forma de voluntariado que, en su caso, pudiera «reemplazar o complementar a la Oficialidad Provisional». El Decreto de Unificación de 1937 reduce la «competencia» o la dispersión o los «conflictos requetés-falangistas, y «Acción ciudadana», para el logro de una unidad en la guerra.

¹⁰ V. nuestro artículo en el diario «El Día», de Tenerife, 7-6-2009, bajo el título «Ejército y Universidad en la memoria histórica». También en «España en la encrucijada», Madrid 2009. Pags. 30 a 33.

4. ESTIMULOS SOCIOPOLITICOS Y PATRIOTICOS

Terminada la confrontación nacional, y al tiempo que brota la II Guerra Mundial, con independencia del desarrollo reglamentario de la primitiva Ley de 1918, la demanda de peticiones para la MU no se entendería si no nos situáramos en el clima moral y patriótico en que la juventud de aquella época se desenvolvió. Los grupos juveniles iniciales —luego igualmente unificados— de «Flechas» y «Pelayos», procedentes de una u otra zona bélica, van a encontrarse con un ambiente familiar, escolar y social, con estímulos suficientes para una «salida» a través del cumplimiento del servicios militar obligatorio, que normalmente podía llegar a dos años —en la etapa de los «maquis»— para solicitar la MU. Habríamos de citar aquí la Ley de 2 de julio de 1940, que reorganiza la «Milicia Nacional», norma que es de la Jefatura del Estado y no de la Secretaría General del Movimiento. Da un giro más equilibrado a la «preparación espiritual, física y técnico militar del ciudadano», en la que se recuerdan los antecedentes que ya hemos citado —la Guerra de Independencia y los «Alféreces Provisionales». Se menciona a la «Milicia Universitaria» —arts. 3 y 4— aunque se deja a los reglamentos la «afiliación a la Milicia Preliminar». Se establece (art. 12) que el mando directo lo ejercerá, por delegación del Caudillo un General del Ejército, y los mandos «regionales» profesionales del Ejército.

La conexión con la esfera no castrense tiene lugar por la primera Ley del Frente de Juventudes de 6 de diciembre de 1940, que pretendía «*asegurar la formación y disciplina de las generaciones de la Patria en el espíritu católico, español y de milicia*». No puede contemplarse un acercamiento tan directo a los valores y principios castrenses. Y en la propia Exposición de Motivos se refiere al SEU: «*para una estrecha colaboración del Frente de Juventudes con la Milicia... para las tareas de una instrucción premilitar*». Fueron evidentes, pues, los efectos tanto teóricos como prácticos, según regiones o centros, de aquella doble conexión, auspiciada en aquellos momentos de posguerra no sólo por los sectores políticos sino también por los de índole religiosa¹¹.

La sincronización se ejecuta en el Decreto de la Jefatura del Estado de 22 de febrero de 1941, que habla ya expresamente de la «*Milicia Universitaria, por la cual los miembros de aquella entidad habrán de recibir Instrucción Premilitar Superior en aquella MU con sujeción a las normas y programas que establezca el Ministro del Ejército*».

Los Jefes, en cada Distrito Universitario, pertenecerán al Ejército profesional. Se fijan criterios para la selección del profesorado y se admite a los que ya fuesen Alféreces de Complemento para la enseñanza en los campamentos. El alistamiento no es por edades sino por cursos. Y se completan las Leyes de 2 de julio y 8 de agosto de 1940, para la puesta en práctica «urgente». Se apela a normas de colaboración del Ejército y Ministerio de Educación Nacional.

¹¹ V. «*La Milicia Universitaria...*», ob. cit., págs. 73 ss. Alguna referencia tenemos nosotros sobre contactos en San Sebastián, años 1939-40, entre jóvenes propagandistas católicos —Abelardo ALGORA, entre ellos, y seusistas. En Barcelona, parece que los hubo también, por parecidas fechas, en el Hotel Astoria, con el General MONASTERIO y el Teniente Coronel PUMAROLA, para auspiciar unas estructuras de instrucción premilitar, dado el caldo de cultivo propiciado, y las previsibles necesidades castrenses para la formación de oficiales de complemento, según el devenir de la II Guerra Mundial, que ya se estaba desenvolviendo, y la propias necesidades, por el acoplamiento civil de buena parte de los Alféreces de Complemento.

Aquellas normas, más las que emanan del Decreto VARELA de 14 de marzo de 1942 permiten poner en marcha, equilibradamente, la MU. En ese mismo año, empiezan a funcionar los Campamentos de Tierz (Huesca), Chapas (Marbella), Tábara (Zamora), Hoya Fría (Tenerife). El Ferral (León), Seva (Barcelona), Rota (Cádiz) y Robledo (Segovia)¹². El de Rota, era para artillería naval.

Es interesante recordar que en el art. 15, final, se «reconoce que la Instrucción Pre-militar Superior-IPS no acapara toda la Oficialidad de Complemento», señalándose otras vías para los estudiantes. Era una regla de prudencia, ante las perspectivas de aceptación por los universitarios que, en todo caso, respondieron con generosidad, ya que las dos o tres primeras promociones, tuvieron que alargar su periodo de prácticas, por las circunstancias de su movilización¹³.

Faltaba un peldaño: en una de las primeras leyes que se discutieron y aprobaron en las Cortes Orgánicas —la de Ordenación Universitaria de 29 de julio de 1943—, en su art. 1, define a la Universidad como «corporación» de maestros y escolares, en la misión de una enseñanza superior, para la formación humana en la vida, la ciencia, la profesión, al servicio de fines espirituales y engrandecimiento de España; y al detallar los diversos servicios para cumplir aquellos fines, el art. 35 fija en los siguientes términos el objeto de la MU:

«Facilitar al Ejército el reclutamiento de la Oficialidad de Complemento entre una juventud selecta por su cultura y preparación y hacer compatibles, en lo posible, los estudios universitarios con la Instrucción Superior».

Es una clara definición de objetivos, medios y fines, concretos y consensuados. Es lo que va a caracterizar —y explicar el éxito— de la modalidad de una Oficialidad de Complemento, por vía universitaria.

La doctrina y la filosofía de creación ex novo de la MU la encontraremos pronto en el inspector Jefe General ALVAREZ SERRANO, en un «Manual», 1944, al respecto, que merecería reeditarse, como joya histórica, que sirvió de estímulo al devenir de esa sincronización del universitario —sociedad— y el profesional del Ejército. Primero en los campamentos, y después en los meses de prácticas, en los cuarteles. De ahí, la semilla de la que aún queda huella¹⁴.

¹² V. nuestro artículo en el diario «El Día», de Tenerife, bajo el título «*El Cristo de El Robledo de la Milicia Universitaria*», 17-1-2010.

¹³ Las primeras promociones, a partir de los años 40-50, continuaron prestando servicio en unidades, regimientos o batallones, que tuvieron que desplazarse a las zonas de los «maquis». Aquel servicio fue en algunos casos de varios meses más de los seis previstos, para prácticas. Hubo algún caído en esa lucha y varios universitarios heridos. Pero cumplieron bien el servicio encomendado.

¹⁴ En la obra ya citada «*La Milicia Universitaria...*», págs. 246-253, hago relación de los fallecidos en acto de servicio —alférezes— que es provisional. Aparte de los propios aspirantes que murieron en accidente en las etapas de Campamento o de prácticas. En el Boletín de la Agrupación de Barcelona (2009), se han recordado, de entre los Provisionales, la MU y Escalas de Complemento: seis Laureadas de San Fernando, 51 Medallas Militares, 1270 Cruces de Guerra, 1.730 Cruces Rojas al Mérito Militar, y 2.057 Medallas de Campaña. En la lista de servicio al Estado, Presidentes del Gobierno, numerosos Ministros, Subsecretarios, y altos dirigentes de empresas, del mundo de las artes, la educación, la justicia, la ciencia, etc.

Finalmente, aunque sea adelantar algo de las «Perspectivas», la MU fue un anticipo, incluso experimental —respecto a la problemática actual de que las Academias Militares, sean al tiempo centros universitario, por tanto con la posibilidad de dar un título civil, al tiempo que el profesional militar¹⁵.

5. SELECCIÓN Y RECLUTAMIENTO. LOS CAMPAMENTOS

Como regla general, en el primer curso de estudios universitarios, se hacía una convocatoria. Los seleccionados, previo un examen médico de aptitud¹⁶, al final del segundo curso pasaríamos a los Campamentos de Distrito de IPS, que se correspondía con el Distrito Universitario. Normalmente era del 15 de julio al 15 de septiembre. Cada Facultad, a su vez, organizaría sus exámenes de cursos, para que pudiera cumplirse aquella finalidad castrense. En el de tercero de carrera, los «repetidores» y los sargentos asistirían en el mismo u otro campamento, a otro curso de tres meses, para obtener el grado de Alféreces eventuales de Complemento, que se consolidaba a partir del final de los estudios, tras seis meses de prácticas. No obstante, por llamamientos especiales se podía continuar en otros períodos de actividades castrenses, que permitieron alcanzar el grado de Comandante¹⁷.

Los campamentos que al final se consolidaron fueron, en el Ejército de Tierra, los de Robledo (visitado por Francisco FRANCO, Jefe de Estado, en 1948), Ronda, Hoya Fría, Montelarreina (Zamora), Los Castillejos (Tarragona). En la MM Naval¹⁸, en una primera fase, se iba a San Fernando y luego a la Escuela de Marín. Y en la MU Aérea, a Villafría (Burgos). Estas dos últimas se iniciaron más tarde, en los años 1949 y 1944, respectivamente¹⁹.

La formación tenía una base teórica común —Ordenanzas, armamento, estrategia, táctica, educación física, etc.— con una parte práctica que dependía de la adscripción a las diferentes Armas: Infantería, Caballería, Artillería, Ingenieros, en la de Tierra. Y en el Aire, las Escalas de Vuelo, y de Tropas. En el último período se podía pasar a hacer las prácticas en órganos de especialidades, como Jurídicos, Médicos, Farmacéuticos del Aire. En Marina, igualmente, para Infantería de Marina, o en Cuerpos tácticos de la Armada.

El «tesoro» y la «semilla» de esta Oficialidad de Complemento, no sólo estuvo en unos conocimientos técnicos, peculiares, útiles incluso para la vida civil sino en los valores y principios acumulados durante un año, en el Ejército: disciplina, lealtad, sacrificio, obediencia, autoridad, responsabilidad, mando, etc., que igualmente servían para la

¹⁵ En la reunión de hermandad de Generales del Aire, en Torrejón de Ardoz (Madrid), el día 1-12-2009, el Jefe del Estado Mayor del Aire, José RODRIGUEZ, nos informó de la relación con la Universidad Politécnica de Cartagena, para la titulación además de Piloto de Ingeniería Aeronáutica. Idem en la conversación en noviembre de 2009, con el General Director de la Academia General Militar, en colaboración con la Universidad de Zaragoza. En la Tertulia “Don Natalio Rivas”, dirigida —en el Casino de Madrid, por el Coronel de DEM Baldocin y el General Alcazar DEM, no pudimos percibir una respuesta positiva al tema, que además vendría “impuesta” por la UE— Bolonia.

¹⁶ Nosotros no sabíamos que terminaríamos con un ojo vago, el izquierdo. El médico en el reconocimiento (1945) me lo descubrió. Pero, con el ánimo muy decidido, le narré que en Juventudes hacíamos ejercicio de fusil de pabo», habíamos de cerrar, para apuntar el ojo izquierdo. Y me dio útil, Como así ocurrió para el ingreso en el Cuerpo Jurídico del Aire, 1950.

¹⁷ Cito aquí, como un ejemplo, el caso de Juan Manuel RAMIREZ, que alcanzó el grado de Comandante de la Legión, con la cual ha sido vinculado.

¹⁸ V. «*La Milicia Universitaria...*», obra citada, pág. 240.

¹⁹ Idem, en págs. 237-242.

vida civil, o inspiración de vocaciones castrenses, particularmente por la vía de los cuerpos especiales²⁰.

Constituyeron un hermanamiento de la Milicia, la Ciencia, las Artes, y la Cultura. A la vez, por la variedad del origen territorial, constituía un caudal de vertebración de las regiones. En conocimiento, y en definitiva del amor a la Patria, España. A veces, con una conexión interdisciplinaria, no sólo en los campamentos — también la había en los colegios mayores —, sino en los cuarteles y en las unidades regimentales o de batallón.

En los últimos años, la Instrucción Preliminar Superior (IPS) quedó más aquilatada en dos modalidades que de alguna forma continuaron con el espíritu y finalidades de la MU. Fueron la IMEC (Instrucción Militar de Escalas de Complemento), con el nombre de IMEC-AR, para la Armada, e IMEC-EA, para el Ejército del Aire. Finalmente, la última opción recibió el nombre de SEFOCUMA (Servicio de Formación de Cuadros de Mando)²¹.

6. FINALIZACION. SUS POSIBLES CAUSAS

Puede decirse que en 1973 termina la etapa de una modalidad de la Oficialidad de Complemento, por la vía universitaria. En el 2001 termina SEFOCUMA. Ya en una entrevista que le hicimos en el verano de 1949, a raíz de su visita al Campamento de Montejaque (Ronda), al General Inspector ALVAREZ SERRANO, publicada en «Incunable», sobre el futuro de la MU²², y a nuestra pregunta *¿se aproxima su fin por haberse logrado el fin fundacional de la MU?*, nos respondió textualmente:

«La necesidad de crear y mantener una Oficialidad de Complemento, suficiente en número, en idoneidad y en calidad, es constante. Por tanto, el fin creacional que es este, no puede, en ningún momento, considerarse logrado. Lo que ocurre es que el número de solicitantes ha llegado a ser superior al de necesidades y posibilidades, y en consecuencia se ha establecido una limitación para armonizar unas y otras».

Por tanto, al menos en los años 1950 se ratifica la necesidad y el mantenimiento del fin creacional, que había plasmado fielmente con un lenguaje jurídico-castrense preciso, en el art. 35 de la Ley de Ordenación Universitaria de 1943, que hemos recordado anteriormente.

Pesaron, indudablemente, algunas «explicaciones» peculiares de muy diversos signos, ya que no se puede hablar de ninguna explicación legal, que justificase lo que algún comentarista pudo calificar de «derrumbe» o «liquidación»:

Primero, y fundamental: El menor número de necesidades castrenses, que, a su vez, podía implicar una mayor selección y competencia. (Hoy podríamos hablar de otras «perspectivas»).

²⁰ En la obra *«La Milicia universitaria»*, segunda edición, págs. 259-260, resumimos la sugerencia de crear una Cátedra «Universidad-Empresa-Ejército», con ocasión de una conferencia en la Fundación Universidad-Empresa, de Madrid, en 1998.

²¹ La última promoción, compuesta de 2000 cadetes celebró la jura de bandera en el Campamento de La Rabasa (Alicante). V. *«La Milicia universitaria»*, primera edición, págs. 371-372.

²² V. *«Ejército y Universidad»*, obra citada, págs. 130 y ss.

Segundo: Había desaparecido el SEU, como instrumento asociativo universitario, del cual se derivaban determinadas ayudas, servicios, medios sobre todos los de signo patriótico. No fue ninguna razón fundamental porque la MU sobrevivió con otros nombres.

Tercero: Era una etapa, sobre todo a partir del asesinato en 1973 del Presidente del Gobierno CARRERO BLANCO, que afectó al Jefe del Estado, el cual, como ya vimos en su origen, fue el verdadero creador de la MU, con la experiencia además de haber sido un admirado director de la Academia Militar de Zaragoza, y quien, también, comparativamente siempre estimuló a la Universidad a redescubrir su propio espíritu tradicional y actual.

Cuarto: No se puede achacar —creemos— a que los profesionales de Academia, desaparecidos los Oficiales de «transformación», pudieran verse en competencia con respecto a sus cuadros de mando, y aun mismo se reconoce la compenetración y competencia con los milicios.

Quinto: Ciertamente es que el espíritu patriótico de las promociones en las primeras décadas ya no era el mismo. Hubo tres presidentes de Gobierno de la democracia, además del Jordi PUJOL quien salió Alférez en Los Castillejos. Y podríamos citar otros personajes en esos últimos años²³, que acaso por su ideología pudiera hoy dudarse como no comprometidos. Creo que ninguno pudiera verse obstaculizado en sus afanes y cumplimiento castrenses. Naturalmente la «lectura» pudo ser menor, en cantidad y en calidad. Pero por sí mismo no era una razón, frente a las ventajas para un Ejército, para la Sociedad y la Patria, e incluso por economía y costos en las Fuerzas Armadas.

Sexto: Además de todas estas explicaciones, pudieron —a mi modo de ver— tener presente las vicisitudes políticas en los finales del franquismo. La desaparición de la MU llevaba el marchamo de ser una creación del anterior Jefe del Estado, General FRANCO. Y acaso se la situara con cierta anticipación, en la demolición —desde dentro— de aquel sistema. De uno y de otro lado, parecería que podría ser un obstáculo, de distintos ángulos, del «Antiguo Régimen», para la transición que se avecinaba y que FRANCO intuía, y aun presentía²⁴.

Séptimo: La desaparición del servicio militar obligatorio, forzando la aplicación del art. 20.1 y 2 de la Constitución, hubiera dejado sin causa de oportunidad el cumplimiento del servicio militar obligatorio, tal como preveía y expresaba el art. 35 de la Ley de Ordenación Universitaria de 1943. A partir de 1956, se hicieron diversas reformas, y se llegó a reducir a cuatro meses las prácticas. La Ley de Reclutamiento de 1968 no ayudó nada a mantener esa Oficialidad de Complemento.

Octavo: Algunos sociólogos e ideólogos, acaso hayan podido argumentar con el temor de «infiltración» de universitarios, dentro del Ejército, contrarios al «sistema». Pero como profesor universitario, nosotros podríamos aducir que de aquellos círculos de universitarios de oposición, pasaron por la MU, entre otros, CASTILLA DEL PINO, de la segunda

²³ En la obra citada «*La Milicia universitaria...*», en las tres ediciones, al publicarse las Escalillas de unas diez promociones, hemos citado a personajes relevantes de la MU, pero no es exhaustiva la nominación.

²⁴ Puede verse en la obra citada «*España en la encrucijada. ¿Hacia una segunda transición?*»; Madrid, 2009, especialmente en el prólogo y nota preliminar. Sobre la memoria histórica, págs. 11-37, así como el capítulo IX dedicado al Ejército y a la MU. Como bibliografía sobre el desarrollo y en desenlace democrático actual, v. Oscar RIVAS, «*Hacia una derecha de principios*», revista «*Razón Española*», febrero de 2010, págs. 13 y ss.

promoción, «envidioso» —lo digo con respeto al eminente psiquiatra no hace mucho fallecido—, siendo el número uno de aquella FRAGA IRIBARNE. PECES-BARBA había hecho la MU Naval²⁵.

Noveno: Pienso que, pese a unas y otras circunstancias —«entre todas la mataron y ella sola se murió», como dice el refrán— la desaparición de la MU, desde el punto de vista castrense, con independencia de lo social y patriótico, fue un error, para que, con ciertas adaptaciones, sobreviviera una Oficialidad de Complemento por vía universitaria. Aunque comprendo que puedan verse otras opciones. Hubieran constituido un buen contingente de Oficialidad de Complemento, que aun valorando algunas de las «explicaciones», hubiera podido enhebrarse con las perspectivas que al correr del tiempo, objetivamente, se han dado.

7. PERSPECTIVAS DE LA OFICIALIDAD DE COMPLEMENTO POR VÍA UNIVERSITARIA

Puede decirse que desde la transformación de la IPS en IMEC²⁶, luego SEFOCUMA, y las posteriores disposiciones orgánicas de la defensa, la Oficialidad de Complemento, en general —es decir, incluidas las otras vías de acceso— no han tenido eco en normas sugerentes y estimuladoras. Estamos en un momento de reflexión, junto con otras aportaciones, derivadas de la experiencia y de las misiones de las Fuerzas Armadas, cada vez más compenetradas con el exterior, en tareas de paz o reconstrucción, o en supuestos de emergencia o catástrofes, piratería, terrorismo. De forma resumida, que no exhaustiva ni dogmática, entendemos los siguientes extremos:

PRIMERO.—Sería interesante disponer de una normativa específica, o al menos coordinada sobre la Oficialidad de Complemento, como una situación normal o específica de un servicio militar no obligatorio. Dentro de las diversas vías de acceso, con los requisitos propios de ella. Y dentro del Ministerio de Defensa, con un orgánico adscrito *ad hoc*.

SEGUNDO.—Dicho proyecto de normativa general, tendría como motivación singular, las razones y causas del apartado precedente, y más en concreto desde el punto de vista de qué manera se puede aportar y reforzar el papel de las Fuerzas Armadas. Y del lado de la juventud universitaria, tendría el efecto, de una parte, de estimular vocaciones, y de otra, de lograr una aproximación al Ejército desde la Universidad. No faltarían voluntarios.

TERCERO.—Dentro de la Escala o Escalas de Complemento, se podrían alcanzar graduaciones militares no superiores a determinados grados o graduaciones, que podrían ser Comandante o Tenientes Coroneles, con los requisitos en cada caso.

CUARTO. Es un instrumento de toma de conciencia de los que el Ejército representa en una sociedad moderna, en buena parte, distinta por las tecnologías, sociedad de la información, y por la problemática especial de cada momento.

²⁵ No es mi tema para recordar otros nombres como PUJOL, Antonio GALA, que no desdican para pensar que el conjunto de los componentes de la MU, ejemplo de reconciliación, fuesen un peligro para el «sistema».

²⁶ V. en la revista «Reconquista», diciembre de 1972, la entrevista con el Director General de Enseñanza Militar. V., igualmente, PEREZ-ANDREU DIAZ, «Las Fuerzas Armadas y la Universidad. Nuevo escenario estratégico», conferencia en Tenerife, 16-11-2005, Fundamu.

QUINTO. Sería un vivero para el cultivo, en los jóvenes universitarios, futuros profesionales, de virtudes militares, tanto de las propias de la Ordenanzas²⁷, como aquellas que los fundadores de la Unión Nacional de la Milicia Universitaria plasmaron en un ideario, en diciembre de 1994²⁸: disciplina, obediencia, respeto, lealtad, honor, responsabilidad, amor a la Patria, etc. Se ha elogiado y ponderado la pervivencia de estas virtudes en los supervivientes que integran las distintas agrupaciones, asociaciones o federaciones, tanto a nivel interno, como hacia el exterior. Puede desprenderse de textos de QUESADA y CORVATON, en cuanto a la Avmuete, Fore y Cior, al conectar con los orígenes de las Escalas de Complemento.

SEXTO. Podría ser digno de estudiar algo que ya fue analizado o sugerido en diversas asambleas de la MU y de otras organizaciones: la viabilidad de un acceso honorífico de los que anteriormente la integraron, previa solicitud, y con las condiciones singulares que pudieran establecerse.

SEPTIMO. No sería antieconómico disponer de esta Oficialidad de Complemento.

OCTAVO. El momento actual de la formación en las Academias Militares de los tres Ejércitos que han de transformarse en Centros Universitarios, con título profesional militar, y a la vez civil, facilitaría, la aproximación de la Escala de Complemento.

NOVENO. Permitiría facilitar el acceso de los militares-doctores, a las Reales Academias de distinto signo y de manera especial a la Real Academia de Doctores de España, la cual por su carácter interdisciplinario con diez secciones, podría crearse otra singular de académicos de la Sección, que a título de ejemplo, podría rubricarse, de «Historia, Ciencia y Cultura de la «Defensa».

DECIMO. Las estructuras asociativas de la Unión de la Milicia Universitaria, sus agrupaciones regionales o provinciales, podrían abrirse a los miembros de otras Escalas, aunque dentro de su unidad hubiese, en su caso, alguna singularidad. De esa manera, la pervivencia asociativa de la MU aseguraría su continuidad, a la vez que ofrece sus cauces de representatividad, en sí mismas, y con respeto a la colaboración con la Hermandad de Veteranos de las Fuerzas Armadas²⁹. Es mi mejor deseo de servir a las Fuerzas Armadas, a la Universidad y a España, en la unidad de sus tierras y regiones, y en una coyuntura de globalización de la paz mundial y de coordinación con otros ejércitos y misiones³⁰.

²⁷ V. las obligaciones de los Alféreces de Infantería, en «*La Milicia...*», tercera edición, págs. 159-160. También, María MERIDA, «*Mis conversaciones con los Generales*», Madrid, 1979.

²⁸ El texto completo está en «*La Milicia universitaria...*», págs. 244-246. Podrían documentarse con otros artículos y monografías. Creemos vigente el manual de ALVAREZ SERRANO, mencionado anteriormente.

²⁹ En el boletín de la Unamu, Barcelona, 2006, se reproduce el artículo del General LOPEZ DE SEPULVEDA, «*Milicia Universitaria. Ahora*», en el que se aboga por no perder unos mandos y una cantera de la Oficialidad de Complemento. En la conferencia «Nuevos retos par la seguridad y defensa», el Jefe del Jemad, General José Julio RODRIGUEZ FERNANDEZ, se refirió a la «exigencia por razones de seguridad de los ciudadanos para desarrollar un nuevo modelo de intervención militar que integra a actores civiles y militares y se adapte a nuestras pautas culturales. En la transformación de las Fuerzas Armadas, habrá que profundizar en tecnologías, procedimientos, preparación personal y organización». Aquí, añadimos nosotros, debería tener su puesto la Oficialidad de Complemento por vía universitaria.

³⁰ Ver Antonio Colino, presidente de la Asociación de Diplomados en Altos Estudios de la Defensa Nacional (Adalede) en el reportaje. «En EE.UU se rifan a sus generales y aquí los tiramos» (ABC - pág. 82 - del 25-5-2010).

DARWIN Y EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

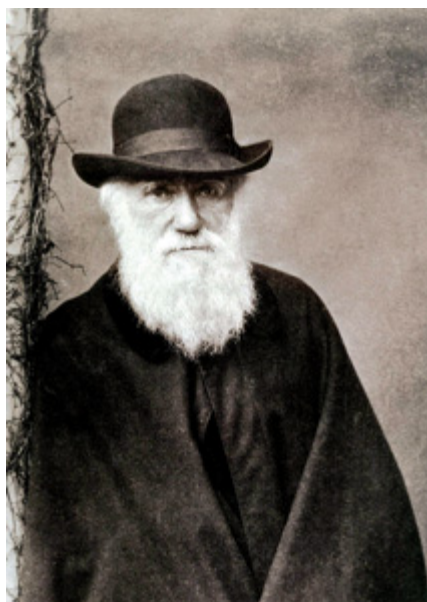
DR. D. JESÚS MARTÍNEZ-FALERO

Académico de número de la Real Academia de Doctores de España

Con motivo de cumplir el segundo centenario del nacimiento de Charles Darwin, vamos a realizar la conmemoración de este científico y lo hacemos porque nuestra Real Academia, por ser polivalente, multidisciplinar, estimamos que debemos valorar, como está en el momento actual, la teoría de la evolución de las especies, con la luz de los conocimientos científicos que tenemos.

Me voy a ocupar de realizar un perfil científico y humano; una semblanza para situar a Darwin como estudioso y conocedor del asunto que expone de manera detallada en su libro, *El origen de las especies*, por medio de la selección natural. Después vendrán precisiones para establecer los criterios necesarios y así definir la teoría de la evolución, como decíamos al comienzo, apoyados en los estudios científicos que están reconocidos.

Charles Darwin nació el 12 de Febrero de 1809 en Shrewsbury, Inglaterra; era el quinto hijo de Susannah y Robert. Su padre y su abuelo eran médicos y le convencieron para que siguiera la tradición familiar y estudiara Medicina en la Universidad de Edimburgo,



donde habían cursado sus progenitores. Como presenció actos quirúrgicos que le desagradaron, porque resultaban cruentos y dolorosos, ya que por entonces la anestesia todavía no era una práctica generalizada, abandonó la Medicina y volvió a casa.

Su padre lo envió a la Universidad de Cambridge, para que recibiera educación religiosa como era costumbre en muchos naturalistas británicos. Allí se inició en la investigación científica y en el estudio de la Historia Natural, con las enseñanzas del reverendo John Stephens Henslow, en los comienzos del siglo XIX.



Fue este clérigo quien en 1831 envió una carta a Darwin invitándole para hacer un viaje alrededor del mundo, como naturalista, en el barco *Beagle*, de la marina británica. Después de algunas negativas por parte del padre de Darwin, surgió el apoyo de su tío Jos y se decidió que se embarcara el que iba a ser un gran naturalista.



Durante cinco años, entre 1831-1836, Darwin navegó alrededor del mundo. Tenía entonces 22 años.

La estancia en el barco no resultaba agradable; contaba que sufría mareos muy penosos; hasta llegó a pensar en abandonar la aventura y volver a casa. No fue así, aunque la experiencia náutica le valió para que al regresar decidiera no embarcarse más.

Refiere en algunos pasajes como era la vida a bordo. En el *Beagle* Darwin compartía un camarote de popa, en la cubierta superior del barco con dos oficiales de la marina.

En paradas en las islas Galápagos pudo estudiar de cerca, plantas, animales reptiles, aves y fósiles, que le servirían después para iniciar sus teorías.



Darwin empezó la travesía en el barco como un joven sin experiencia, pero la acabó convertido en un naturalista consumado. El viaje resultó crucial para su historia personal y en el devenir de la ciencia, con lo que sería a exponer las ideas del evolucionismo.



En el año 1839 se casó con su prima Emma con la que tuvo diez hijos. Murió en el año 1882 cuando tenía 43 años.



Está enterrado en la abadía de Westminster, en un mausoleo donde yacen otros famosos hombres de ciencia británicos. Allí está también Newton.

Darwin fue un religioso convencional. Cuando viajó en el *Beagle* llevaba una biblia. Luego perdió la fe, no por su teoría de la evolución, sino por la muerte prematura de su pequeña hija Annie. En creencia religiosa se le podría considerar agnóstico.

Al concluir el viaje, Darwin se instaló en Londres y movido por el deseo de ser un científico y naturalista de prestigio, empezó a redactar las observaciones que había realizado en los diferentes lugares, que hacía escala el barco, y de esta manera empezó a pensar en la idea de la evolución.



Parece ser que los indicios que llevaron a Darwin a admitir los criterios de su teoría, fueron varios: Se fijó en las grandes similitudes que existían entre los fósiles de la misma área geográfica; valoró también como estaban repartidas en varias de las islas Galápagos, numerosas especies de pinzones, muy semejantes entre ellas y parecidas otras especies del continente. También observó iguanas y tortugas con sus transformaciones.

Con intuición genial pensó que todas estas diferentes especies podrían descender de un antepasado común. Ya admitido el mismo tronco, tenía que explicar, como las especies habían adquirido caracteres ligeramente diferentes y también buscar la explicación de la supervivencia de unas poblaciones de animales, sobre otras por lo que llegó a la conclusión, que los mejores adaptados al entorno sobreviven por la selección natural que es lo que refiere Darwin en su obra cumbre, El origen de las especies por selección natural.

En la época que el científico empezó a difundir sus teorías, encontró serias dificultades en el mundo intelectual y cultural.

Él trataba de exponer unos problemas de gran interés, nada menos que el origen de las especies y el origen del hombre.

Estas ideas sobre la evolución, ya se habían considerado antes de Darwin, pero no tuvieron aceptación general entre los científicos.

A principios del siglo XIX había pensadores, que de manera audaz, sugerían que las especies habían evolucionado, que habían cambiado con el tiempo.

El que tuvo mas influencia fue Jean – Baptiste Lamarck, 1744 – 1829 que estudiando conchas de fósiles y de invertebrados marinos, llegó a la conclusión que las especies se transformaban, es decir evolucionaban a lo largo del tiempo. Publicó sus ideas en el año 1809 en la Revista Philosophiae Zoologique comunicando que las amebas llegaban a convertirse en invertebrados; los peces podían llegar a reptiles, adaptándose al medio en que se desarrollaban.



Todos estos criterios quedaron en el aire y se fueron diluyendo hasta que Darwin, de manera genial, desarrollara sus teorías sobre la evolución.

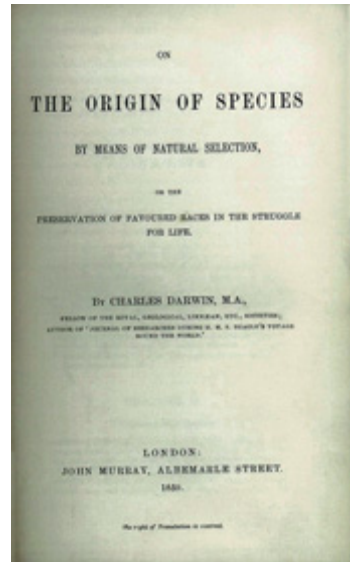
En la actualidad el origen evolutivo de los organismos, es una conclusión científica establecida con un grado de verosimilitud, nos dice Francisco Ayala, «comparable a conceptos científicos tan ciertos, como la redondez de la tierra; el giro de los planetas alrededor del sol; la composición molecular de la materia». Este grado de certeza, por encima de cualquier duda razonable, sirve a los biólogos para afirmar que la evolución es un «hecho».

También los conocimientos científicos de paleontología y anatomía comparada, que ya estaban vigentes en el siglo XIX, se han visto acompañados de estudios recientes sobre genética, bioquímica y biología molecular con sus potentes pruebas confirmadas.

Darwin estudió la evolución en diferentes niveles, hasta llegar a vislumbrar el origen de la especie humana, *el homo sapiens*, tema de principal interés para el científico en el que se proponía que su evolución podría ser de un antepasado primate, ¿chimpancé?, ¿se llegará a confirmar tan plausible teoría?

Así es el estado actual de la descripción científica, que nació en la mente de Darwin hace 150 años con el «Origen de las especies» libro que vio la luz en su primera edición el 24 de noviembre de 1859, y que por datos recopilados de la historia se vendieron ese mismo día los 1250 ejemplares editados.

Darwin hasta su muerte escribió numerosas obras, entre las que destacan por orden cronológico : «La variación de los animales y las plantas», 1860. «La descendencia humana y la selección sexual», 1871. «La expresión de las emociones», 1873. «Los movimientos y costumbres de las plantas trepadoras», 1875. «las plantas insectívoras», 1875. «Efectos de la fecundación directa y de la fecundación cruzada en el reino vegetal», 1877, etc, etc.



La publicación del «Origen de las especies» tuvo un gran impacto en la sociedad de su tiempo, tanto en Inglaterra como en el resto de Europa y América.

Científicos, políticos, clérigos y personalidades notables discutían el libro. Los ataques iban dirigidos sobre todo a la idea, erróneamente extendida, del origen del hombre a partir del mono y a una objeción fundamental a Dios, el papel del creador del mundo y por tanto la teoría del creacionismo.

Creemos importante, como relato histórico, ocuparnos de la polémica sobre el darwinismo y señalar los defensores y detractores que en España tuvieron estas ideas.

Tengamos en cuenta que en la segunda mitad del siglo XIX, se abrió en nuestra patria una etapa de regeneración social y política, que permitió la discusión de las nuevas teorías científicas, muy especialmente las formuladas por Darwin, con la implicación más importante: el origen del hombre.

La discusión se vió favorecida por la «Ley de Libertad de Enseñanza» que se promulgó en Octubre de 1868. A partir de entonces se estableció una polémica entre defensores y detractores del Darwinismo. Vamos a señalar los mas conocidos. Entre los defensores estaban.

Augusto González de Linares, 1845-1904. Catedrático de Historia Natural, en la Facultad de Ciencias de Santiago, que defendía la teoría de la evolución y el origen del hombre, por transformación de formas precedentes.

Antonio Machado Nuñez, 1815-1896. Decano de la Facultad de Ciencias de Sevilla.

Odón de Buén y del Cos, 1863-1945. Catedrático de Historia Natural de la Universidad de Barcelona. Gran propagador del darwinismo, con divulgación dirigida a las clases populares, con lo que conseguía éxito, exponiendo las ideas evolucionistas.

Gregorio Chil y Naranjo, 1831-1901. Médico antropólogo que inició la publicación, en fascículos de una Historia Natural de las islas Canarias, donde mantenía sus criterios sobre la evolución, hasta que el arzobispo José María de Urquinaona prohibió a los fieles la lectura de su obra, por estar impregnada de «*los delirios y las locuras del darwinismo*»,

Entre los detractores se destacaron:

Gaspar Nuñez de Arce, 1834-1903. Poeta, autor teatral y político. En un libro de poesías titulado «Gritos de combate», incluyó un poema «A Darwin» donde trataba de ridiculizar al científico inglés.

Emilia Pardo Bazán, 1851-1921. Novelista y poeta. Publicó en la Revista La Ciencia Cristiana, un trabajo «Reflexiones científicas sobre el Darwinismo» en el que señalaba con una frase «*el darwinismo será todo lo que se quiera, menos sencillo y accesible al entendimiento*».

Manuel Polo y Peyralón, 1856-1918. Catedrático de Psicología, Lógica y Ética en la Universidad de Valencia. Fue un propagandista de las ideas católicas y así lo manifestaba en sus obras: Una, «Parentesco entre el hombre y el mono»; otra «Supuesto parentesco entre el hombre y el mono». Fue distinguido por el Papa León XIII con la Cruz Pro Ecclesia et Pontífice.

Luis Pérez Mínguez. Catedrático de Historia Natural en las Facultades de Oviedo y Valladolid. Publicó en 1880 libro «Refutación a los principios fundamentales del libro titulado El origen de las especies», en el que ponía de manifiesto su posición inmovilista.

Pero la discusión del darwinismo y en general de las teorías evolutivas, saltó de los círculos científicos a los foros de cultura popular y se hicieron artículos en los periódicos y postales señalando posiciones del darwinismo.

Vamos a señalar de manera resumida un movimiento, en contra de la teoría de la evolución, denominado «El diseño inteligente», llamado así en EE UU, que sería una postura político – religiosa que intenta tomar algunas ideas del creacionismo y hacerlas más seguras, quitándole la parte religiosa, para que pueda ser enseñado en las escuelas públicas, salvando así lo establecido por los tribunales estadounidenses que prohíben enseñar creacionismo, dentro de los estudios religiosos. Será como una pseudo ciencia creacionista —una religión disfrazada de ciencia—.

«El diseño inteligente» así concebido está teniendo poco éxito. No hay fundamento científico riguroso detrás de este movimiento, y se comenta aquí para conocimiento del lector, cuando hemos señalado los defensores y detractores del darwinismo.

La industria tampoco quiso quedar ajena a este debate, con el hecho más significativo y que tuvo gran relieve popular, que fue el dedicado a una clase de anís, una bebida que empezó a fabricarse en el año 1870. El empresario José Bosch compró en París una botella de cristal tallado, en rombos, para un perfume y la convirtió en clásica botella para anís del mono, que tuvo gran difusión y éxito popular, aunque mantenía el error que hemos referido al principio. Con la pretensión de resumir la teoría evolucionista, aparecía en la etiqueta de la botella la figura de un mono y la inscripción: «Es el mejor. La ciencia lo dijo y yo no miento».

Siguieron otras marcas, como la del anís Barceló que también tuvo mucha difusión.

Ya en el siglo XX en la segunda década la imagen de las botellas se convierte en un icono para muchos pintores. Juan Gris y Pablo Picasso pintaron oleos titulados «Botella de anís del mono».

Desde todas las áreas, la imaginación popular entró en el debate de la teoría de la evolución.



Doscientos años después del nacimiento de Darwin y siglo y medio en que su principal obra sacudiese al mundo, conmemoramos nosotros la figura del científico Charles Darwin, y decimos que los investigadores de las ciencias biológicas se remiten a la evolución y a Darwin, su propulsor para dar sentido a sus descubrimientos,

Los biólogos actuales se enfrentan a grandes desafíos. Hemos pasado de saber que es un gen a conocer el genoma en su totalidad. Se siguen estudiando como evolucionan los genomas, para conformar el desarrollo del embrión hasta convertirse en individuo adulto.

No cabe duda que las conclusiones que presenta Darwin en su libro «El origen de las especies», sirven de reflexión al considerar la teoría del evolucionismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHARLES DARWIN. El origen de las especies por selección natural. Prólogo del Francisco J. Ayala. Alianza Editorial. Madrid 2009.
2. DARWIN. Enciclopedia Larousse 2000. Tomo V.
3. R. GRASA HERNÁNDEZ. Evolucionismo de Darwin en la Socio-Biología. Ediciones pedagógicas. Madrid.
4. CÉSAR NOMBELA. Darwin y la vida humana. A B C, 12-2-2009.
5. KARL W. GIBERSON. A B C Domingos, 31-5-2009.
6. MÓNICA F. ACEYTUNO. Félix de Azara en el «Origen de las especies». A B C 24-11-2009.
7. CATÁLOGO DE LA EXPOSICIÓN MUSEO DE CIENCIAS. La evolución de Darwin.

DESARROLLOS RECIENTES EN ECONOMÍA FINANCIERA (2009)

DR. D. RAFAEL MORALES-ARCE

Académico de número de la Real Academia de Doctores de España
Catedrático de la Facultad de Ciencias Económicas

1. INTRODUCCIÓN

Durante el mes de julio de 2009 se celebró en el Real Colegio Universitario Com-
plutense en la Universidad de Harvard la tercera edición del Seminario sobre el título
arriba indicado, en el que se dieron cita expertos y docentes de instituciones financieras,
públicas y privadas, así como investigadores que desarrollan su actividad en este campo
de la ciencia económica. El motivo de esta nota es recoger las impresiones percibidas de
mi participación en dicho Seminario.

El objetivo era profundizar en el conocimiento de los aspectos más novedosos de la
investigación en Economía Financiera, así como la creación de un foro propicio para desa-
rrollar contactos relevantes para la investigación en finanzas.

En particular, 1) ofrecer a los participantes una revisión actualizada de las tendencias
más recientes en algunos temas claves de esta rama de la economía; 2) la discusión de
metodologías innovadoras en diferentes áreas de especialización de la investigación fi-
nanciera y 3) el desarrollo de contactos con profesores y expertos de centros de investi-
gación de prestigio.

El detalle de los bloques temáticos, ponencias presentadas y autores se resume a con-
tinuación:

➤ «The financial crisis and its consequences»

- «Inflation Bets or Deflation Hedges? The Changing Risks of Nominal Bonds»,
a cargo de John Y. Campbell (Department of Economics, Harvard University);
Adi Sunderam (Harvard Business School) y Luis Viceira (Harvard Business
School).
- «Bank Lending During the Financial Crisis of 2008», elaborada por Victoria
Ivashina (Harvard Business School) y David Scharfstein (Harvard Business
School and NBER).

- «The Failure of Models that Predict Failure: Distance, Incentives and Defaults», de Uday Rajan (University of Michigan at Ann Arbor-Stephen M. Ross School of Business); Amit Seru (University of Chicago-Booth School of Business) y Vikrant Vig (London Business School).
- «**Situación y perspectivas del Sistema Financiero Mundial**». J. Viñals. Coloquio en Faculty Club de Harvard University con José Viñals, Director de Estudios Monetarios y Financieros en el International Monetary Fund (IMF)
- «**Real Estate, Banking and Financial crisis**»
 - «**Forced Sales and House Prices**», a cargo de John Y. Campbell (Harvard University); Stefano Giglio (Harvard University) y Parag Pathak (Department of Economics, MIT).
 - «**Crisis del Modelo Bancario: Consolidación en las Cajas Españolas**», a cargo de Ángel Bergés (Universidad Autónoma de Madrid) y Alfonso García Mora (Analistas Financieros Internacionales).
 - «**Understanding the Subprime Crisis: A review of recent research at the Boston Fed**», elaborada por Paul Willen, experto de Boston Federal Reserve.
- «**Asset Allocation, Investments and Capital Markets**»
 - «**Distancia al Default del Sistema Financiero Español: una aproximación de mercado**», presentada por Paula Papp (Analistas Financieros Internacionales).
 - «**Sell Side School Ties**», de Lauren Cohen (Harvard Business School and NBER); Andrea Frazzini (University of Chicago) y Christopher Malloy (Harvard Business School).
 - «**The investment Strategies of Sovereign Wealth Funds**», presentada por Shai Bernstein (Harvard University and Massachusetts Institute of Technology); Josh Lerner y Antoinette Schoar (National Bureau of Economic Research).

2. COMENTARIOS RELATIVOS A LAS PRESENTACIONES.

En primer lugar, y en relación a **Bonos del Tesoro y Corporativos**, es muy conveniente resaltar que los primeros, en Estados Unidos se habían distinguido por su valor estable a corto plazo, y, aunque no tienen riesgo de crédito, si se encuentran afectados por la inflación.

Otras cuestiones relacionadas con estos activos son:

- ✓ El **riesgo de inflación**, como decíamos, afecta al precio de estos Bonos y a su papel en los procesos de asignación de activos.

- ✓ Tales Bonos se **mantienen por motivos especulativos**, ya que producen mayores rendimientos que los generados en los mercados monetarios, o cuando decae la rentabilidad de activos alternativos.
- ✓ El **riesgo nominal de los Bonos** evoluciona de forma sistemática con el paso del tiempo.
- ✓ Cuando estamos en período de **alta inflación**, la rentabilidad de los Bonos es negativa. Por el contrario, los inversores los mantienen en coyunturas de baja o negativa inflación, razón por la cual la tasa interna de retorno es aceptada por aquellos.
- ✓ Se utiliza, igualmente, un **modelo alternativo** para la determinación del precio de los Bonos. Se basa en la consideración de una serie de variables, tales como:
 - Las tasas de interés reales.
 - La aversión al riesgo.
 - Los componentes, transitorios o permanentes, de la inflación.
 - El valor de la covarianza entre inflación y recesión, que, si es persistente, puede cambiar el signo.
- ✓ Se ha convenido que existe **una relación entre la covarianza y el estado de la Política Monetaria**. Si la covarianza es positiva se corresponde con un entorno de Curva inestable de Philips. Si fuere negativa, refleja estabilidad en la Curva de Philips, razón por la cual se recomienda encarecidamente utilizar el dato de IPC para explotar esta interpretación.
- ✓ Cuando estamos ante **Bonos corporativos**, podemos utilizar un observatorio de variables, tales como:
 - La curva de tipos nominales de interés, a tres meses, un año, tres y diez años.
 - La tasa de inflación real.
 - La Rentabilidad de los Fondos Propios y la ratio Precio-Rendimiento.
 - La covarianza realizada de los retornos nominales de Bonos y Fondos Propios.
- ✓ En todo caso, puede constatarse la correlación entre los **Índices de Precios al Consumo (IPC), esperados, y los shocks de la economía**, en un entorno superior al 50%.
- ✓ Las **curvas de tipos** son uno de los medios fundamentales para el planeamiento de las operaciones con estos activos. El modelo identifica habitualmente la contribución de cada uno de los factores anteriormente señalados a la formación de dicha curva.

- ✓ El **exceso de expectativas** en el retorno de los Bonos depende de varios factores: el proceso de formación de los rendimientos; el factor de descuento de la economía, así como la variabilidad del mismo, sin olvidar la evolución de los tipos de interés reales.
- ✓ Se observa que los **inversores en Bonos del Tesoro** mantienen la confianza en estos instrumentos cuando existe una escasa curvatura de la curva de tipos.
- ✓ El **futuro nos deparará nuevos riesgos de IPCs** desestabilizados, por lo que se aconseja una medida tradicional: la utilización de una cartera diversificada como la mejor apuesta de futuro.
- ✓ En resumidas cuentas, el **modelo utilizado implica que las primas de riesgo nominales** de los bonos han cambiado en los años 80s y 2000s, tanto a consecuencia de los cambios en la inflación, como en los rendimientos como en la economía real. Las primas de riesgo eran particularmente altas en los 80s y negativas en los primeros 2000s. Aparte de ello:
 - El modelo puede aplicarse a otros países, como el Reino Unido, donde los bonos indicados a la inflación se comercializaron activamente desde la primera mitad de los años ochenta.
 - Igualmente, el modelo permite extenderlo a otros alternativos de aversión al riesgo, o que consideren una volatilidad condicional de factores de descuento estocásticos.
 - Por otra parte, y dado que las tasas de interés reales a corto plazo son controladas por la Reserva Federal, su covarianza con los factores de descuento estocásticos y los mercados de valores puede reflejar el estado de la política utilizada por la autoridad monetaria.
 - Finalmente, y tal y como se ha avanzado anteriormente, conviene profundizar en la relación entre la covarianza y la Política Monetaria. Según su signo, positiva o negativa, refleja una curva de Philips inestable y estable, respectivamente. De aquí la conveniencia de utilizar los datos de inflación para obtener conclusiones firmes en este sentido. (1)

El **análisis de la reciente crisis financiera a través de la observación de la actividad prestamista** ofrece indudables sugerencias. En primer lugar, el crecimiento exponencial de la cartera de préstamos de los Bancos comerciales en el período enero-agosto de 2008. A partir de ese momento, una caída radical, con la excepción de las entidades Citigroup, Bank of América y J.P. Morgan, que originaron el 62% de los préstamos, seguidos a gran distancia de Morgan Stanley, que solo acogía el 4% de aquellos.

Pero también señalaremos algunas cuestiones adicionales:

- Que no debe olvidarse que la **evolución de la originación** de grandes préstamos anticipa un comportamiento previsible de los mercados.

- Los **préstamos en 2008 fueron muy inferiores a los de 2007**, acelerándose la caída a medida que avanzaba la crisis, con una contracción del 47% —en volumen— y 37% —en número— en el cuarto trimestre de 2008, y con reducciones del 79 y 61% respecto al máximo otorgado antes del comienzo de la crisis.
- La **mayoría de los préstamos otorgados**, el **56%**, eran para operaciones de reestructuración empresarial (M&A, LBOs y recompras), mientras que sólo el **39%** era para financiar inversiones reales.
- La mayor parte de los **prestatarios tomaban financiación por razones «precautorias»** o como «puente» de acceso a los mercados de capitales.
- Todos los **tipos de interés de los préstamos se han contraído** durante la crisis, aunque hay quién sostiene que tal declinación se ha producido por un efecto «oferta».
- Las **entidades con menor acceso a depósitos y a más expuestas a operaciones «revolving»** redujeron sus préstamos en mayor proporción que otros Bancos. Y aunque esto es consistente con un efecto «oferta» a nivel de Bancos, es posible que hubiera algunos que no se hayan visto afectados por el volumen agregado de aquella.
- Las últimas corrientes de pensamiento apuntan que para determinar los **efectos reales de la crisis financiera**, los investigadores necesitan examinar tanto la evolución del volumen de la inversión como el rendimiento de los potenciales prestatarios, no de los prestamistas.
- Igualmente, **considerar las facilidades de relación** de una firma con más de una institución bancaria.
- La **crisis financiera, consecuentemente, ha tenido un efecto perverso sobre la oferta de crédito a nivel bancario**, siendo necesario ser muy cuidadoso en la obtención de conclusiones sin un ejercicio previo de medida y clasificación del crédito bancario.
- En definitiva, la **crisis ha demostrado una disminución considerable en todo tipo de préstamos**, de manera particular en aquellas instituciones con menor acceso a depósitos de clientes. Algo que se ha observado, igualmente, en otras áreas geográficas, poniendo de manifiesto como tal comportamiento aceleraba el sentimiento recesivo de la economía. (2)

El análisis de las **consecuencias de la crisis financiera desde la consideración de los modelos que predicen fallos** es muy importante. Son muy variados los modelos utilizados para la medida de los riesgos, tanto los derivados de Basilea-2 como los denominados «mortgage backed securities». En muchos casos se producen fallos en los mismos por desconocimiento del riesgo del colateral asociado al activo que estamos considerando. Cuando se ignoran elementos exógenos a los cambios de expectativas, como por ejemplo, las alteraciones en los precios de las viviendas, estamos cometiendo un grave error. El propio Premio Nóbel, Robert Lucas, nos recordaba que tal comportamiento no es otra cosa que un incentivo que afecta a la predictibilidad y pone de manifiesto un fallo en la sistemática en el tratamiento de estas contingencias.

Se ha producido, por otra parte, un cambio en las líneas de actuación de las entidades bancarias, en las que se tiende al modelo «**originar para distribuir**», modelo que se ha intensificado en la presente década.

Y todo ello **viene acompañado de algunos fallos**, tanto en la información sobre los prestatarios, como en la contabilización de los cambios en la relación observable entre prestamista y prestatario. El uso de variables informativas, sin ajuste previo, y como consecuencia de incentivos ofrecidos, está en el centro de gravedad de esta cuestión.

Por ello, algunas **instituciones punteras utilizan un modelo estadístico** que considera los diferentes tipos de prestatario, con una amplia información sobre el perfil de los mismos, y, siempre, sujeta a un proceso de contraste y verificación.

Por otra parte, con la **titulización se generan problemas de riesgo moral** para el prestamista: este prefiere prestar a personas con abundante y certera información. Y en la situación de equilibrio, debe compensar el precio del préstamo una posible selección adversa.

Es evidente que la **concesión de nuevos préstamos** requerirá mayores tasas de interés si la calidad del prestatario requiere una más amplia y contrastada información. Tal información debe ser evaluable, de forma que permita un amplio abanico de tipos de interés según el tipo de prestatario.

En definitiva, los **organismos reguladores o las agencias de calificación** de riesgos, antes de establecer o estimar los requisitos de capital, deberán comprender todas las magnitudes que intervienen en la información acerca de los prestatarios, considerando los incentivos que a estos se ofrecen, así como cualquier cambio de régimen en la evolución del montante del préstamo, ya que la falta de ello puede sesgar negativamente, y de forma sistemática, cualquier aproximación que se haga sobre el futuro del mismo.

Cuando se han acumulado datos suficientes sobre cualquier nuevo régimen, un **modelo estadístico puede considerarse creíble** mientras el régimen no cambia. Durante la fase de aprendizaje, se ha de ser particularmente consciente que las predicciones del modelo vienen expresadas en términos probabilísticas y que el conjunto de los posibles escenarios futuros se ha ampliado de forma adversa. La evaluación del riesgo, en esta situación, debe ser extraordinariamente conservadora en este período. Con ello, los agentes del mercado habrán aprendido como influye el cambio de régimen y como importa que se reconozca tal cambio en tiempo real para un buen fin de las operaciones. (3)

El **debate sobre el sistema financiero del futuro** tuvo una gran altura y participación. El ponente expuso las perspectivas del Fondo Monetario Internacional para 2010, en el que se aventuraba una posible recuperación de la economía mundial, con un crecimiento global del 2,5%, medio punto porcentual más que la previsión realizada a principios de año, con una desigual distribución, más lenta en los países avanzados. Igualmente, se considera que se incrementarán las tasas de desempleo y de morosidad, tanto en los créditos de las entidades financieras como los que se otorgan al consumo.

Adicionalmente, se estimó que:

- Se está consolidando una **transferencia de riesgos** desde el sector privado al sector público, hecho que pulsará sobre el equilibrio en las finanzas de los Estados.

- Los principales **riesgos se polarizan en el exceso de confianza** en la recuperación de los problemas de las entidades financieras; en la **percepción del riesgo sistémico** — caso que se presentase algún suceso negativo—; la **desconfianza en la sostenibilidad** de las finanzas públicas, que podría trascender a los mercados de Renta Fija, algo que se considera potencialmente peligroso, y, finalmente, en la **necesidad ineludible de saneamiento** en una buena parte de las entidades financieras.
- **Teme que una crisis próxima pueda ser parecida a la presente**, lo que evidenciaría la inconsistencia de las medidas que ahora están adoptándose. No debe olvidarse que aunque las cosas fueren algo mejor, queda mucho por hacer.

Estima que se están avanzando trabajos importantes sobre ¿Cómo será el **Sistema Financiero del Futuro**? A este respecto indicó:

- Tal cuestión es objeto de estudio por el Consejo de Estabilidad Financiera.
- Son precisos tres grandes equilibrios: a) cambiar lo que ha funcionado mal y mantener lo que lo ha hecho bien; b) implementar medidas que favorezcan una mayor seguridad y menor riesgo en las transacciones; y c) unas perspectivas, tanto micro como macro que sean prudenciales.

Se aludió a **las reformas necesarias**, entre las que destacó:

- La **fijación de estándares más rigurosos**, tanto en capitales requeridos como en algunos vehículos de inversión (Hedge Funds, Conduits, etc.)
- **Aminorar la excesiva prociclicidad** de los sistemas financieros.
- Ampliación **del perímetro de regulación** a todas las entidades que «cuelgan» de otras mayores..
- La **exigencia de mayores requisitos** a las entidades muy grandes, que ahora tienen niveles parecidos a las pequeñas.
- Finalmente, que no solo hacen falta buenas reglas, sino también, una buena **regulación y supervisión**.

El **coloquio suscitó cuestiones prácticas** de una cierta relevancia, entre las que destacamos las siguientes:

- La **escasa incidencia que la crisis ha trasladado al volumen de desempleo**, aunque se estima que será más importante conforme se vaya saneando el sistema.
- La conveniencia de **establecer un sistema de remuneración** particular en las entidades que han tenido dificultades. En este momento existen críticas muy fuertes a las retribuciones de las grandes entidades financieras, que, cuando se hacen públicas (casos de los grupos Santander y BBVA, en España) llaman particularmente la atención por la posible desmesura. No estamos seguros que una regulación oficial

pueda limitar tales ingresos, aunque si cabrían actuaciones por la vía de la exacción fiscal o por el análisis, desde una instancia independiente, de la correlación entre el importe de la retribución y el valor añadido por el ejecutivo. En todo caso, nuestra desconfianza hacia la posibilidad real de estas medidas es muy alta.

- El problema de las **operaciones OTCs**, que cuando se utilizan, pueden ponerse en situación de privilegio respecto a aquellas que se utilizan en los mercados regulados.
- Se **criticó la falta de ética** de los Credit Default Swaps (CDS), aunque no hubo unanimidad sobre la conveniencia de su abolición.
- Había un sentimiento generalizado acerca que las nuevas regulaciones y supervisiones **«llegan siempre tarde»**, y que no pueden estar circunscritas de la misma forma a entidades pequeñas que grandes.
- Igualmente, que el **Fondo Monetario Internacional** debería actuar con más rigor en cuestiones de supervisión prudencial, alertas tempranas, etc.
- Finalmente, se planteó que las **mayores exigencias de capital** harán, sin duda alguna, que las rentabilidades se diluyan de manera considerable. A ello se respondió que dichas exigencias habrían de modularse en el tiempo. (4)

Un análisis sobre la relación existente entre las **operaciones de venta de bienes raíces y la evolución de los precios** de los mismos fue objeto de consideración basándose en un estudio polarizado en las transacciones realizadas en el Estado de Massachussets.

Las principales conclusiones han sido las siguientes:

- La crisis ha supuesto, para este Estado, **un 28% de descuento** en el precio de las viviendas, dentro del mismo distrito de población.
- Se ha considerado que **influyen tres factores** en tal disminución de los precios: la situación de mantenimiento del inmueble; la urgencia en la realización de la venta, normalmente apremiada por la entidad que la financió, y la posible repercusión del «vandalismo» procedente de zonas con diferente nivel de ingresos.
- En este mercado, a diferencia de otros, **no hay «dealers», sino meros «brokers»** que intermedian la operación sin asunción de riesgo alguno.
- Como el mercado suele ser bastante «ilíquido», la prisa por vender acelera la caída en los precios.
- Estamos ante un cambio de sesgo radical: hemos pasado de un **fuerte incremento de precios en 1997-2007**, a una caída del tenor indicado a partir de esta fecha.
- El **modelo utilizado para el análisis consideró** no sólo el número de transacciones, sino las características de la vivienda; los ingresos de los titulares de las mismas; su color; estudios; nivel de ingresos, así como las posibles contingencias, tales como el fallecimiento, la quiebra familiar, etc.

- La conclusión más importante es que el **5,6%** de las transacciones en el período 1987-2008, **1,8 millones**, fueron forzadas a consecuencia del deterioro de su situación. En particular, durante este último año, en que lo fueron el **14,5%**, y en una buena parte de las realizadas en los años noventa.
- Los descuentos en los precios fueron muy importantes en el caso de ejecuciones, del orden del **28%**. Y más reducido en el caso de ventas relacionadas con la muerte del prestatario, con una caída del **5,7%** o del **3%** cuando eran debidas a quiebra familiar.
- Tal **5,6%** puede desagregarse en tres grupos: un **62%**, eran familias simples y un **20%**, residencias multifamiliares, de las cuales, en Boston, se limitaban a un **5,3%**.
- El estudio **relaciona también el precio de venta con el área concreta** en que se produce. Las ejecuciones realizadas dentro del área de una milla, trasladan una baja de precios. Pero si la distancia fuere inferior a 100 metros, el precio se reduciría del orden del 1%.
- Por otra parte, el **modelo explica que los precios de las transacciones voluntarias** siguen la senda de un «recorrido aleatorio», mientras que las procedentes de ejecuciones se presentan con descuentos variables con el tiempo.
- Finalmente, que aunque el **volumen de ejecuciones y los precios** de las viviendas son variables endógenas, no hemos de olvidar que estas ventas tienen siempre efectos negativos externos sobre el mercado de alojamientos.
- En definitiva, como demuestra la experiencia, **los precios muestran una caída cuando urge la enajenación del inmueble**, pero depende, igualmente, de otros factores como los señalados en este estudio. Hasta el propio Departamento del Tesoro norteamericano ha estimado que en esta situación la caída de precios podría llegar hasta el **9%**. En nuestra opinión, la reducción de precios sería considerablemente superior en el espacio europeo. (5)

Un análisis del **modelo bancario español** fue objeto de atención en el Seminario, tanto en lo relativo a los desequilibrios en el modelo anterior de desintermediación; como las principales cifras de la crisis bancaria y la necesaria consolidación del sector de Cajas de Ahorros.

El modelo anterior se caracterizaba por un fuerte crecimiento basado en una **estructura financiera con elevado nivel de apalancamiento**; unos **activos bancarios** que evolucionan entre 1,5-2 veces a como lo hace el PIB nominal; con **unas ratios del 10%** en Recursos Propios/Activos de Riesgo y en Activos Líquidos / Pasivos Exigibles, que ponen de manifiesto un elevado riesgo de crédito y liquidez. Por otra parte, el **margen** obtenido, en el entorno del 2,5% sobre los Activos Totales Medios es absorbido por los Gastos de Personal y los Gastos Generales en un 1%, con lo que resta un **1,5%** sobre activos para soportar riesgos y retribuir a los capitales, situación que se consideraba asumible y permitía soportar unas limitadas eventualidades, puesto que las pérdidas eran del 0,5% y la retribución del 1%. El problema aparecería cuando las pérdidas superasen el porcentaje antes indicado.

Pero la **situación de crisis financiera** altera sustancialmente esta situación, en la que se comprueban hechos de gran trascendencia:

- Caídas superiores al **20%** en todos los activos bancarios en todo el mundo.
- Unas pérdidas acumuladas, que inicialmente, se evalúan en **1,1 billones de dólares**.
- Un **déficit generalizado de recursos propios**, con la consiguiente necesidad de recapitalización de las entidades, que habían evolucionado de una capitalización bursátil de **6,5** billones de dólares en 2007 hasta los **1,5** billones de mediados de 2009. El nivel de solvencia de sitúa en el entorno del **8%**, aunque con algunas zonas de sombra por operaciones de «fuera de balance» y «titulaciones».
- La aportación de capital de **1,1** billones de dólares se consigue mediante aportaciones privadas, **0,5** billones, hasta mediados de 2008, y de **0,6** billones, a partir de entonces, y con origen en las finanzas públicas.
- Una alteración sustancial en el «**Top Ten Banks**» del mundo, consecuencia de las caídas en ROE y ROA, así como en los valores en libros de las acciones de aquellos.
- Una **pérdida de confianza de los depositantes**, que genera una caída en la liquidez de las instituciones, que amenazaban con una retirada de los saldos en cuenta corriente, afortunadamente neutralizada por las medidas públicas de elevación de los niveles en los Fondos de Garantía de Depósitos.
- Un **exceso de capacidad instalada**, con márgenes muy estrechos y comportamientos «depredadores» por parte de algunas instituciones e insuficiente discriminación en operaciones de riesgo.
- Finalmente, **escasa entidad de la función de análisis de riesgos** en las entidades, así como sesgos en los esquemas retributivos y en los incentivos a los dirigentes de las mismas.
- Todo lo cual, provocará, a buen seguro, un proceso de reestructuración en las entidades financieras internacionales, también en España, con previsible cierre de oficinas y reducción del tamaño de las plantillas.

En relación a la situación comparativa de **Bancos y Cajas de Ahorros en España**, hemos de indicar su diferente estructura financiera, con menores niveles de recursos propios, beneficio neto, provisiones genéricas y específicas en las segundas que en los Bancos, y con mayor dedicación al crédito promotor de viviendas en las Cajas. Estos hechos provocarán un incremento generalizado tanto de la morosidad como de las dotaciones para insolvencias en todas las instituciones, particularmente, en las Cajas, con el consiguiente deterioro de las ratios de capital. Una simulación realizada para el conjunto de Cajas y Bancos cotizados, representativos del 90% del sistema, anticipa para el año 2010 una ratio de capital superior al **6%** para algo más de la mitad de los activos; entre un **4-6%**, para el 2% y, finalmente, menos del **4%** para el 47% restante.

En relación a la **morosidad**, con el horizonte de 2010, se estima que el **50%**, **40 y 10%** de los activos del sistema, tendrían **mora del 7,5-10; 5-7,5 y superior al 10%**, **respectivamente**, que requerirán fuertes colchones de recursos propios y de incremento de las dotaciones. Si se configura la ROE exigida como el resultado:

ROE exigida= (Valor Añadido Bruto — Pérdida esperada— Gastos Generales de Personal-Gastos Generales) * Apalancamiento.

Teniendo en cuenta que el VAB ha evolucionado del **4,5 al 2,5%** —y si se ajusta al riesgo, en el **3,6-1,5%** — ¿Cuál debería ser la ROE del sistema para que no corriera el riesgo de una nacionalización? Si, hasta ahora, estaba en el entorno del **12%**, con un margen financiero del **1%** y la presión de pérdida y costes operativos, la ROE sería muy baja e incluso nula.

Ello obligaría a la toma de **determinadas medidas**: a) el incremento de los activos totales medios; b) la mejora de los márgenes de negocio sobre los activos gestionados; c) el incremento de las comisiones por servicios y d) la reducción de los gastos de estructura. Ello podría obligar a racionalizar un **35%** de la capacidad instalada si quisiera asegurarse un **10%** de margen financiero.

Desde un punto de vista pragmático, la reducción de volumen de negocio, en especial, la financiación de la vivienda; la limitación de la inversión crediticia y las dificultades de incrementar el margen unitario serán las preocupaciones primordiales de los gestores de las entidades. Y todo ello, con una tendencia a la reducción de oficinas y recursos humanos, en parecido porcentaje a la caída del volumen de negocio; y, de manera particular, con una fuerte limitación del peso en los Servicios Centrales, que la ponencia estima en el **50%** para los Bancos y del **25%** para las Cajas de Ahorros.

Consecuentemente, la ponencia constata un futuro escenario bien diferente al que se había vivido en los últimos años, que forzará al cambio en la estructura del sector, en su función de producción, polarizándose a la obtención de una determinada ROE, que condicionará fuertemente la actividad, y, por tanto, los resultados del sector. (6)

Una reciente investigación de **Federal Reserve Bank of Boston** nos ofrece una particular visión de algunos de los efectos de la crisis en el sector de la vivienda residencial, en particular, aquellas que han debido comercializarse de manera forzada como consecuencia de procesos de enajenación forzada por penuria económica, algo que, en el Estado de Massachussets, según este estudio, viene sucediendo en un **7%** de los casos.

Este estudio destaca algunas cuestiones relevantes en este mercado, entre los que destacamos los siguientes:

- Se constata que el «**riesgo de embargo**» originado por quiebra económica del propietario de la familia suele producirse a partir del octavo trimestre de la compra, en un porcentaje, que ha crecido del **0,4 al 0,6%**.
- Se demuestra que la **transferencia del riesgo de crédito** ha devenido en la originación de hipotecas de inferior calidad a la que era habitual.

- La máxima «**originar para distribuir**», antes comentada, no se considera una cuestión novedosa. La Asociación Hipotecaria Norteamericana venía propugnándola desde el año 1909.
- De forma concreta, desde el año 1950, las compañías hipotecarias **contabilizan el 25% de las nuevas originaciones**, siendo muchas de ellas también proveedoras de servicios ligados a las hipotecas.
- El estudio **toma en consideración los cambios en el mercado hipotecario** bajo la hipótesis que correlaciona la evolución creciente de los ingresos permanentes con el deseo de una vivienda con mayores prestaciones.
- Se observa que, en los últimos años, y desde una perspectiva macroeconómica, la **financiación y/o la titulización de hipotecas** han desempeñado un papel importante para restringir las imperfecciones anteriormente existentes en este mercado.
- No debe olvidarse, por otra parte, que mucha de las innovaciones financieras surgidas en los años ochenta tuvieron su origen en la búsqueda de respuestas a los problemas de los mercados hipotecarios, entonces, con menor dimensión que la que alcanzaron en períodos posteriores. Si entonces, tal y como se ha señalado, **los problemas radicaban en las evoluciones de inflación y tipos de interés**, en 1985-2005, **el riesgo de precio de las viviendas** ha sido el elemento clave en los últimos años transcurridos hasta la aparición de la crisis «subprime».
- Finalmente, hemos de señalar, **que ante tal riesgo de precio**, las entidades prestamistas habían tenido una débil preparación para asumir los problemas surgidos desde 2005. Una posible actuación para neutralizar sus efectos habría sido la de anticipar el desarrollo de instrumentos financieros que hubieren facilitado a los inversores negociar el repetido riesgo, de forma similar a lo que había sucedido en los años ochenta, cuando al inicio de la puesta en marcha de innovaciones financieras se contaba con instrumentos que permitían la negociación de los riesgos de interés (7)

Un análisis de la **Distancia al Default del Sistema Financiero Español** fue objeto de estudio partiendo de la base de las cotizaciones del mercado. La ponencia, en cierto modo continuación de la referida al estudio del modelo bancario español, a que nos hemos referido anteriormente, está basada en datos correspondientes al período 2000-2008, y se presenta no con un propósito concluyente ni predictivo, sino para deducir lo que parece que descuenta el mercado.

Desde una perspectiva internacional, es bien sabido que los Estados han introducido del orden de **1,5 billones de dólares** en el sistema financiero Internacional. Teniendo en cuenta que las pérdidas estimadas ascenderían a **4-4,5 billones de dólares**, todavía restan del orden de **2,5-3 billones** que deberían aflorar no sólo de Bancos sino, también, de otras entidades. Tales pérdidas se distribuirán, casi por igual, entre préstamos y títulos.

La situación podría resumirse en los siguientes términos:

- **El análisis de las cotizaciones** muestra que están muy por debajo de los valores contables. Desde 1999 hasta la fecha se ha evolucionado de representar hasta cuatro veces el valor contable hasta la mitad del mismo.

- La **ratio de apalancamiento**, por su parte, sugiere una fuerte dispersión entre las entidades, con altos niveles de la relación **Activos / Recursos Propios**, que, en algunos casos, supera las **veinte veces**.
- El sistema financiero español está muy afectado por la situación. La creación del **Fondo Regulador Ordenado Bancario (FROB)** por parte del Gobierno, con una dotación que podría alcanzar los **90.000** millones de euros, está en el origen del sentimiento de que la crisis financiera trascenderá fuertemente sobre nuestras instituciones.

Para analizar la **Distancia al Default**, la ponencia presenta las líneas generales de un modelo —que toma su origen en las aportaciones de Merton y Scholes (1973)— según el cual el capital de una firma podría valorarse como si fuere una **opción de compra**. Las características del modelo serían las siguientes:

- La **Distancia al Default, DtD**, se definiría como:

DtD= (Valor implícito de los Activos-Valor nominal Deudas) /Desviación Standard valor Activos.

- La **Distancia a la Intervención**, se definiría de manera similar, pero incluyendo en el valor facial de la Deuda, el requerimiento mínimo de capital.
- A la **Distancia al Default** le afectan, consecuentemente, el valor y el riesgo de los activos, así como el apalancamiento.
- La **Distancia al Default** puede estimarse para entidades individuales como para un conjunto de firmas.
- Respecto al **valor de la Deuda**, se considera distribuida así:
 - Corto plazo= Depósitos+ Interbancario+ otros pasivos, ponderando al 100%.
 - Largo plazo = Resto financiación mayorista, que pondera al 50%.
- El valor de **mercado del capital**, no presenta problemas para las entidades bancarias, que cotizan en bolsa. Para las Cajas de Ahorros se utiliza la fórmula:

PER * ROE * CAPITALIZACIÓN CONTABLE

Para el PER, se considera el promedio de las entidades bancarias.

- La **Volatilidad del activo** se estima así:
 - a) La volatilidad histórica de los activos contables se considera constante para todo el período.
 - b) La volatilidad histórica de la capitalización de mercado, asimilando la volatilidad de los activos implícitos.

c) Que la volatilidad ajustada al riesgo es variable con el tiempo. La mínima fue del 30% en 1993 y la máxima del 90% en 2008.

— La **capitalización bancaria** se estima entre 10-15 veces por encima de los beneficios en la última década, salvo en 2008, en que se produce una clara divergencia. En términos de promedio, unos 100.000 M. capitalización y 15.000 M. de beneficios.

— La **evolución total del sistema** para 2000-2008 sería del siguiente tenor:

<i>Año</i>	<i>Deuda Total</i>	<i>Punto Default</i>
2000	1.130.845	1.027.790
2008	3.115.182	2.598.528

— En el **caso particular de los Bancos**, la situación sería:

<i>Año</i>	<i>Deuda Total</i>	<i>Punto Default</i>
2000	751.057	689.217
2008	1.891.000	1.525.218

Con una **ratio de apalancamiento de 16**.

— Las **Cajas**, con una peor situación y una ratio comprendida entre **6-28 veces**.

— La **Distancia a la Intervención** del Sistema Financiero Español habría sido, aplicando este modelo, de **2 y 0,4**, para los años 2000 y 2008, respectivamente.

— Y la **Distancia al Default**, sería de **1,6 y -0,2**, respectivamente, en los mismos años.

El análisis permite concluir que todo el sistema, Bancos, Cajas y Cooperativas, **muestra la misma tendencia**, aunque es más acusada en el conjunto de las Cajas de Ahorros. Si bien, con la aportación que se ha previsto por parte del FROB, si fuere para incrementar el capital de las entidades, no se afectaría a la Distancia al Default. Sin embargo, si fuere para aminorar la deuda de las entidades, la calificación se alteraría sustancialmente.

La presentación suscitó un amplio cruce de intervenciones, en especial, sobre : a) la similitud de los PER entre Bancos y Cajas, que se considera, por una parte de los participantes, muy inferior en Cajas; b) la política del Fondo de Garantía de Depósitos, que se estima no tendrá un impacto directo, aunque podría reducir la probabilidad de Default; c) la consideración de una valoración ajustada de la Deuda a corto y largo plazo según la metodología Moody's-KMV, que alteraría los resultados; d) la diferente estimación de la volatilidad de los activos; y e) la pregunta de cómo afectarán las decisiones adoptadas por el Gobierno de España al avalar algunas emisiones de Deuda, que, como es lógico, alteraría también la ratio correspondiente. (8)

Se analizó el impacto de las relaciones **entre los agentes en los mercados de valores con centros educativos**, en especial con los de formación superior de cierto prestigio,

que permitiría, en algunos casos, obtener información corporativa emanada de ejecutivos que pasaron por ellos. Se puso el ejemplo de una de las «redes sociales» de cierto impacto, **<zoominfo>** que, curiosamente incluía currículum vitae de algunos de los presentes en este Encuentro. De manera particular se estima que:

- **Se han probado ventajas** para los analistas que consiguen enlazar con personas que cursaron estudios en centros de prestigio y facilitan una cierta información sobre las corporaciones en que prestan o prestaron servicios.
- Podría obtenerse una diferencia **de hasta el 6,60% anual** en una recomendación, según se tenga o no relación con persona vinculada a una corporación.
- La **regulación oficial** de este tipo de actividades, limitando la divulgación de información selectiva, haría que las ventajas pudieran llegar a ser irrelevantes.
- Los **analistas que acceden a redes sociales** pueden obtener ventajas directas con la información que de estas se deriva, y, adicionalmente, les facilita la evaluación de la calidad de los gestores de las corporaciones a que la información se refiere.
- En **algunos países se estudian disposiciones legales** que pueden bloquear o limitar estos canales de información. De aquí la importancia que las «redes informales» se preserven en algunos entornos en los que, aún con aquellas limitaciones, siempre puede enriquecerse nuestro conocimiento de cualquier activo negociado en un mercado de valores.
- En el estudio realizado para el entorno norteamericano, **se deduce que diez universidades** de gran prestigio (entre ellas, Harvard, Pennsylvania, New York, Columbia, Cornell, Berkeley, Stanford, MIT, Yale y Chicago) concitaban las mayores relaciones entre analistas y ejecutivos o administradores de las grandes corporaciones industriales.
- Finalmente, y como dato curioso, **una cuarta parte de los miembros del Senado** de Estados Unidos tienen alguna conexión con las Universidades de Harvard o Yale. Y, por otra parte, un 15% de las empresas norteamericanas tienen algún Consejero o alto ejecutivo conectado con centros universitarios de prestigio.

En definitiva, el análisis no hace más que confirmar, a través de un modelo detallado, las ventajas que reporta a cualquier analista financiero la posesión de relaciones cualificadas con personas que en su día participaron en programas de formación en instituciones educativas de prestigio y hoy prestan servicios destacados en corporaciones cuyos títulos cotizan en los mercados. (9)

La **estrategia de inversión en fondos soberanos** fue objeto de atención en la última ponencia del Seminario. Se examinaron las estrategias de inversión directa de capitales privados en los denominados Fondos Soberanos, así como su relación con las organizaciones estructurales de Fondos.

Los **Fondos Soberanos** controlaban unos recursos en el sistema financiero global por encima de los **3,5 billones de dólares en 2008**, y vinieron creciendo de manera con-

sistente durante la última década. Las proyecciones que han realizado, contando con la actual incertidumbre sobre el crecimiento económico, aventuran que pueden ser actores muy importantes en los próximos años.

A pesar de su volumen y línea de tendencia, **los economistas han prestado poca atención a estos Fondos**, al menos, desde la perspectiva de la literatura financiera. Es probable que la causa se encuentre en la falta de divulgación de sus resultados, desde los propios Fondos, lo que dificulta un análisis sistemático que estimule a considerarlos como objetivo inversor.

Las **estrategias inversoras** de estos Fondos están diferenciadas, según apliquen en mercados financieros públicos que en otros de regulación y alcance geográfico más limitado, en los que pueden aparecer mayores asimetrías de información.

Analizando tres de las más importantes bases de datos de inversión **existentes en el mundo, se identificaron, entre 1984-2007 hasta 2662 operaciones sobre 29 de estos Fondos Soberanos**, operaciones que incluían adquisiciones, acciones privadas y participaciones minoritarias en entidades públicas. Para todas ellas, se examinó la propensión de los Fondos de aplicar sus recursos, bien dentro o fuera del país; los niveles de precio de los activos adquiridos, en el momento de la inversión, y pasado un determinado plazo; los volúmenes de participación alcanzado, sin descuidar los ingresos percibidos por tipos de industria, país y plazo.

El análisis de los datos permitió concluir:

- La **tendencia de los Fondos Soberanos** es a invertir en activos nacionales y exteriores cuando sus precios son mayores.
- En promedio, los **Fondos tienden a invertir significativamente** en activos nacionales cuando las ratios PER son bajas, y, alternativamente, en activos extranjeros, cuando son elevadas.
- **Fondos Soberanos de Asia, y, en menor medida, de Oriente Medio**, toman en consideración de la evolución de las ratios PER para mantener sus inversiones.
- **Los Fondos Soberanos** en los que participan personas con representación política tienen una probabilidad mayor de realizar inversiones domésticas, mientras que las que confían en gestores externos, tienen una menor probabilidad.
- Los **Fondos Soberanos con gestores externos** tienen propensión a invertir en industrias con bajo PER, al contrario que las que confían en personajes públicos, que prefieren activos con alto PER.
- Los **Fondos Soberanos con gestores externos** asocian su estrategia a cambios positivos en la evolución de los PER de la industria un año después de realizar las transacciones.
- **Analizando globalmente los resultados**, es posible deducir que los Fondos que aplican con fuerza en sus mercados nacionales, particularmente, aquellos en que participan líderes políticos, puedan ser más sensible a las necesidades sociales de

la nación. Podrían estar dispuestos a aceptar inversiones que tienen alta rentabilidad social, aunque como esta es difícilmente medible, deducimos que invierten en activos de menor rendimiento. Una interpretación alternativa sería que tales inversiones domésticas estarían condicionadas por consideraciones de agencia.

- Sin embargo, es **difícil reconciliar, a primera vista, estas prácticas con la lógica de las inversiones empresariales**. En particular, por qué el desarrollo económico nacional aconseja motivar a los Fondos a invertir dentro del país cuando los precios de los activos son relativamente más altos. Igualmente, el que los intereses sociales induzcan a aplicar en industrias con altos valores de las ratios PER, en especial, cuando es notorio que tal situación puede variar en el tiempo y volverse en contra del criterio antes aceptado. En cualquier caso, los resultados obtenidos pueden considerarse solamente indicativos, y plantean algunas cuestiones de fondo acerca de las estrategias de inversión de este tipo de instituciones.
- Una extensión lógica de este análisis debería considerar la **opacidad que tienen algunos de estos Fondos**, que no pudieran explicar de manera entendible sus objetivos y estrategias de inversión, su organización interna y las coacciones que podrían afrontar debido a presiones internas y externas. En ocasiones, se piensa que los Fondos Soberanos son utilizados más allá de objetivos geopolíticos o estratégicos económicos de un determinado Gobierno. Un ejemplo reciente es el caso de un Fondo de Singapur, que en sus inversiones en India y China, ha sido interpretado como la forja de lazos estratégicos con vecinos más grandes y poderosos que los de la ciudad-Estado.
- En otros casos, consideraciones políticas han conducido al abandono de **estrategias «proféticas» de inversión**. No se olvide la situación del Fondo de Pensiones de Noruega que causó un alboroto en 2006 como consecuencia de su participación accionarial en Bancos islandeses, que atravesaban una situación desesperada.

En definitiva, una investigación que aporta algunas luces y algunas cuestiones para entender la interacción entre las finanzas y la economía política. (10)

Justo en las fechas en que se desarrollaban estas sesiones fue conocida la ponencia presentada por Andrew G. Haldane, Director Ejecutivo de Estabilidad Financiera en el Banco de Inglaterra, con ocasión de la 45ª Conferencia Anual del Federal Reserve Bank of Chicago, en la que bajo el título «**Small lessons from a big crisis**», en la que con tanta concisión como buen criterio nos recordaba lo siguiente:

- Las finanzas han sido consideradas en el mundo como «**la gallina de los huevos de oro**», porque han propiciado, para algunos, exceso de rentabilidad, pero, al tiempo, grandes problemas, problemas que solo podrán ser neutralizados cuando se disponga de un supervisor sistémico que tenga como responsabilidad la detección de «burbujas», como la de 2007-2008.
- Se ha constatado en la mayor parte de las entidades financieras la práctica de un **exceso de apalancamiento**. Por ello, sería conveniente volver al protagonismo de la Rentabilidad de los Recursos Propios (ROE) frente a la de los Activos (ROA).

- Se ha dado demasiado culto al **«tamaño, a la dimensión»** de las entidades. («To big to fail»). Pero no nos habíamos percatado que las bases de capital de las entidades eran muy pequeñas en relación a la dimensión de sus negocios; tampoco de algunas arbitrariedades en el diseño de los criterios de Basilea; así como de la necesidad de mayor supervisión internacional en las operaciones de concentración y redimensionamiento de las entidades.
- Ahora se está propugnando la exigencia de **«stress test»** a las entidades. Pero no debemos olvidar que pueden aparecer inconsistencias por los «inputs» que introduzcan las entidades en el modelo, y por las posibles medidas de prevención, como los niveles de solvencia requeridos, que, en ocasiones, contemplan opciones escasas, e, incluso, una sola alternativa. No debe olvidarse la presentación general de la clásica teoría Modigliani-Miller, en la que se deducía que el coste de capital era independiente de la relación entre los recursos propios y ajenos.
- En los dos primeros años de esta crisis, han funcionado **«las cañerías del sistema»**, ya que el subsistema correspondiente a los pagos tuvo un razonable comportamiento, y se evitó el «riesgo de contrapartida».
- Aunque no en su totalidad, en algunos casos hubo dicho riesgo, ya que los **productos OTC**, regidos por convenciones privadas, no se sometieron a los mismos procesos de liquidación que aquellos que operan en los mercados organizados.
- El **problema fueron los beneficios bancarios**. En estos momentos debería recuperarse, por bien de la economía real, para que permitan devolver las ayudas que se han recibido de los Estados.
- Finalmente, y en relación a la normativa del **Fondo de Regulación Ordenada Bancaria (FROB)** de España, una primera consideración es el temor a que pueda generar actuaciones arbitrarias y no equitativas que irían en contra de sus propósitos finales. (11)

Esta última consideración es compartida por muchos analistas españoles, en los que se une, tanto el escepticismo hacia el funcionamiento práctico del sistema como el olvido de disposiciones legales anteriores que señalaban un nítido camino cuando una entidad —como ya sucediera con el caso Banesto en 1994— atraviesa dificultades que solo pueden concitarse mediante la aplicación de claras reglas de ortodoxia económica y financiera.

3. UNA PRIMERA REFLEXIÓN SOBRE LA GENERALIDAD DE LAS PRESENTACIONES.

Al reflexionar sobre el contenido de las presentaciones, conviene recordar alguna de las que realizamos con ocasión del Seminario anterior, al tiempo que añadimos otras, que nos permiten actualizar la situación de los mercados financieros en relación a los comentarios vertidos en líneas anteriores.

1. En primer lugar, hemos de indicar que aunque el **tono general de las presentaciones fue de gran calidad positiva; rigor en los planteamientos fundamentales y conclusiones bastante certeras**, una consideración formal no excluye tener la sensación

del exceso de peso teórico y falta de realismo en alguno de los planteamientos, realizados por personas con gran vocación investigadora, que manejan series de datos de gran riqueza, pero, en muchos casos, alejados de la realidad de la situación interna de los intercambios de operaciones entre las entidades financieras. La vulnerabilidad, a largo plazo, de alguna de ellas, no ha sido objeto de una gran atención en este Seminario y, sin embargo, los efectos y turbulencias que se vienen padeciendo son una clara consecuencia del desconocimiento explícito que se tiene del conjunto de repercusiones que operaciones crediticias inicialmente alejadas de «mutaciones» financieras — como el caso de las hipotecas «subprime» — hayan transmitido efectos tan perversos a los mercados que les sitúen, tal y como ahora se encuentran muchos de ellos, con grave riesgo de inestabilidad y de traslación de efectos muy graves al resto de la economía productiva

2. En segundo lugar, y cara al futuro, **debemos obtener enseñanzas** de lo que significa y puede limitar los efectos de esta crisis inmobiliaria: la conveniencia de crear instrumentos adecuados a la financiación de inmuebles, tarea que no sólo debe ser responsabilidad de las entidades financieras, sino de las propias autoridades económicas y de los reguladores, que conociendo la situación y perspectivas del sector, se limitaron a denunciar los peligros pero sin disponer ni proponer un conjunto de medidas que pudieran neutralizarla.

3. Sería deseable una auto-crítica acerca del funcionamiento del **Sistema monetario internacional**, que ha venido girando en torno a la divisa dólar, como reserva de valor internacional, permitiendo a los Estados Unidos ingentes exportaciones de su divisa sin recorte alguno posible a la estructura de su financiación internacional. Por otra parte, es necesario evaluar el papel de los bancos privados, que basan su actuación en el arbitraje de plazos y riesgos, en un entorno en el que los bancos centrales manejan a discreción el volumen de divisas. Aquellos pueden endeudarse a corto para invertir a largo plazo, sin incurrir de inmediato en una situación de falta de liquidez. Por ello, solo necesitan refinanciarse en unos mercados interbancarios que, como decimos, están controlados por los bancos centrales. Como ello distorsiona la estructura de los tipos de interés y hace posible realizar malas inversiones, la reflexión debería reconsiderar la posibilidad de practicar una política monetaria más ortodoxa, con tipos fijos, por ejemplo, y/o una oferta ligada a algún activo líquido — algunos analistas señalan la vuelta al patrón oro —, neutralizando, hasta donde sea posible, con buena supervisión y regulación, que las entidades incurran en arbitrajes de plazos y riesgos.

4. Existe una corriente de opinión que afirma que a los **reguladores y supervisores**, tanto en América como en la Eurozona, se les han ido de las manos el adecuado control de los mercados financieros. Tanta propaganda de la bondad de los diferentes Acuerdos de Basilea —, se anuncia Basilea III —y, ahora, cuando llegan los problemas, nos rasgamos las vestiduras al comprobar que no contamos con los instrumentos adecuados para prevenir y concitar este tipo de problemas.

En una reciente cumbre de empresarios italianos y españoles, sus organizaciones patronales solicitaron a sus respectivos gobiernos que tomaran las medidas necesarias para reforzar la competitividad de la industria, con reformas estructurales que favorecieran la llegada de la recuperación económica. Y, de manera particular, que se revisase la normativa bancaria derivada de Basilea II, muy exigente en los procesos de análisis de riesgos. Estiman, por otra parte, que son muy conservadores y que pueden conducir, como así están comprobando, a limitar la evolución del volumen de crédito y a «estrangular» la economía.

(12) Independientemente de la objetividad de esta petición, es evidente que la preocupación existe y que habrían de arbitrarse procesos que permitan equilibrar tanto la sostenibilidad futura de las instituciones como el no excederse en exigencias que puedan conducir a situaciones empresariales de mayor dificultad.

5. Los hechos conocidos a partir del mes de septiembre de 2008, en especial, las **medidas adoptadas por el Gobierno norteamericano** para neutralizar los efectos perversos de la crisis financiera, ponen de manifiesto la bondad de alguno de los análisis realizados en el Seminario que comentamos, aunque, en cualquier caso, habremos de esperar tanto a la maduración de estas medidas como a las que adoptarán otros reguladores y supervisores europeos y asiáticos, que, en cualquier caso, no podrán valorarse antes de la conclusión del próximo ejercicio económico. Y decimos esto por varias razones: a) Porque no es posible valorar los efectos objetivos de estas ayudas hasta no conocer su impacto real en la cuantificación de los activos en curso o de aquellos que están por vencer, b) Por la volatilidad que trasladan al conjunto de los mercados, c) Uno de los principales efectos es la alternancia en la repercusión en los mercados de valores: Si el viernes 19 de septiembre de 2008 todas las Bolsas del mundo anotaban las mayores subidas del año — mucho más en Europa que en Estados Unidos —, el lunes 22, volvían a anotar bajas considerables, pero ahora, más en Estados Unidos que en Europa. Este hecho puntual demuestra o diferente nivel de confianza de las medidas adoptadas o, sencillamente, un deseo explícito de obtener ganancias rápidas dada la excesiva volatilidad, d) Existen controversias sobre la racionalidad económica de estas medidas: mientras que una parte de los analistas estima que tan ingentes ayudas no servirán para resolver el problema de fondo de los mercados, otro grupo de ellos estima que si bien estas medidas tienen alto coste, habría sido muy superior el coste de oportunidad de la crisis que habría sobrevenido de no haberlas tomado, y e) Finalmente, con una visión más completa, del coste total de las medidas habría que deducir el valor de los activos recuperados, que nunca será cero.

6. Como se ha señalado, la **Unión Europea** proyecta el establecimiento de medidas, con fuerza de ley, que permitan neutralizar los efectos de las turbulencias. Algunas de ellas han sido anticipadas:

- Limitación a todas las entidades financieras de un mínimo de reservas de liquidez.
- Limitación del volumen de endeudamiento.
- Exigencia de presentación de estados financieros trimestrales con amplia enumeración de actividad, resultados y riesgos.
- Exigencia de inclusión de los préstamos «titulizados» en la información anterior.
- Supervisión rigurosa de las agencias de calificación crediticia, evitando la generación de «conflictos de intereses» con los emisores de títulos.
- Mayor transparencia y equidad en las remuneraciones del personal ejecutivo de las entidades.
- Regulación y supervisión especial de los hedge funds y los private equity, a los que, en buena parte, se les viene acusando de «motores» de la crisis.

Esto tendrá un largo proceso de **maduración legislativa** que dificultará su aplicación posterior si no existe una posición favorable a estas líneas de modificación, líneas, que, por otra parte, son de casi total observancia en alguno de los países más rigurosos en la vigilancia del sistema financiero.

En todo caso, y ya en el año 2009, comprobamos algunas decisiones importantes en las instituciones españolas, en especial, las relativas a los aumentos de capital que permitan tener una posición más sólida ante eventuales problemas. Las tres primeras: Santander, BBVA y Popular, realizaron ampliaciones de capital bajo diferentes fórmulas jurídicas, ampliaciones que fueron colocadas con relativa facilidad y que ponen de manifiesto la necesidad de tener mayores recursos propios ante la previsible evolución de la morosidad. Solo con mayores dotaciones de capital puede garantizarse la estabilidad financiera. Ya el propio Secretario del Tesoro norteamericano publicitaba la conveniencia que las instituciones tuvieran recursos propios adaptados a los niveles de su riesgo sistémico. Pero sugería algo más: a) la conveniencia de incrementar la Tier-1, focalizada en la base de capital acciones; b) la dotación de «provisiones anti-cíclicas», en la forma que lo hicieron las entidades españolas, a las que en muchas ocasiones se les pone de ejemplo; c) garantizar la liquidez de los sistemas financieros, y, d) puesta en práctica de medidas que faciliten la medición del riesgo implícito en los balances. (13) Cuestiones en las que encontrará eco pero que habrá que valorar cuando se pongan efectivamente en práctica... si es que se ponen. De momento, y por lo que se refiere a las ampliaciones españolas de capital, en algún caso, como el del Popular, no han sido precisamente operaciones beneficiosas para el accionista minoritario, y, en alguna Caja, como la de Madrid, una emisión de preferentes ha sido calificada como «de bono basura».

7. Por ello, ahora se inicia en algunas instancias —Congreso norteamericano, Parlamento Europeo, etc.—, y es digno de elogio, un **proceso de auto-crítica** de actuaciones de reguladores, supervisores, agencias de calificación o rating, auditoras, entidades financieras, entidades de inversión y capital-riesgo, etc. — que deberían concluir con un código de prácticas ortodoxas que no pongan en peligro la estabilidad del sistema financiero, en particular y, consecuentemente, el funcionamiento del marco económico mundial. Si hace pocos años, la crisis de Enron originó un cataclismo en las compañías de auditoría, ahora podría llegar el turno a las firmas de calificación o rating, o a entidades de intermediación financiera mayorista que abusaron de su posición, con conflictos de intereses o, sencillamente, perjudicando abiertamente a sus clientes.

El propio presidente de Goldman Sachs, siguiendo los pasos del Presidente de la FSA británica, Lord Turner, reconoce ahora que algunos de los productos especulativos de la banca fueron «socialmente negativos» y las entidades perdieron el necesario control de los resultados finales a que podrían conducir los mismos. Una evidencia de que su propia entidad, junto a otros bancos de inversión, algunas aseguradoras y fondos, perdieron el control sobre sus propios productos especulativos y generaron la crisis financiera de 2007, con los efectos finales que hasta ahora conocemos. Adicionalmente, y para redondear la auto-crítica, estimó que alguno de sus productos financieros, lejos de incorporar valor social o económico, solo aportaban liquidez, sin contribuir positivamente a la economía real. Tal auto-crítica no es otra cosa que una quimera, pues muy probablemente, tras el saneamiento de la entidad, habrá que ver los nuevos productos que utilizan en sus operaciones. (14)

8. Una de las primeras medidas adoptadas en el ámbito de los **mercados de valores**, verdaderas cajas de resonancia de todo lo que acontece en el entorno, es la exigencia de

información previa sobre las posiciones «cortas» tomadas por inversores que desean aplicar sobre determinadas firmas bancarias, de seguros o de los mercados financieros. Como es sabido, persiguen que el resultado neto del conjunto de sus posiciones cortas sobre títulos, supongan, al menos, un 0,25% del capital de aquellas firmas, bien sea en forma de acciones, cuotas participativas y todo tipo de derivados que puedan devenir en un resultado positivo para el inversor ante el brusco descenso en el precio de los títulos. Los supervisores españoles ya han anunciado la publicación de una disposición en este sentido.

9. Una medida operativa, la limitación de las **«ventas en descubierto»**, ha sido puesta en práctica en esta coyuntura. Tanto la norteamericana Stock Exchange Commission (SEC), la británica Financial Services Authority (FSA) como la española Comisión Nacional del Mercado de Valores, anunciaron su puesta en vigor. Estas operaciones se realizan cuando el vendedor no dispone previamente de los títulos que vende, bien por medio de una previa adquisición; de un préstamo de valores acordado con anterioridad o del ejercicio previo irrevocable de un derecho de conversión, opción u otro instrumento derivado.

10. Igualmente, la **Agencia británica FSA** solicitará, a partir de ahora, a todas las entidades financieras que expliquen pormenorizadamente aquellas decisiones que impliquen la creación de «activos tóxicos», es decir, aquellos que pueden generar altos riesgos. En este caso, y como medida neutralizadora, se les requerirán mayores dotaciones de capital que las establecidas para activos que no contengan aquella contingencia.

11. Un efecto indirecto de las turbulencias será la **nueva configuración del sistema bancario mundial**. Desaparecerían instituciones; se integrarán en otras de mayores niveles de solvencia y operatividad y se adaptarán a nuevos modelos de negocio aquellas, como los bancos de inversión, que han sufrido con mayor intensidad los efectos de la crisis. El cambio de vocación, de banca de inversión a banca de particulares, no será fácil. Tales cambios se notarán, aparte de en Estados Unidos, en Europa, y, particularmente, en España.

Madrid, 16 septiembre 2009.

4. BIBLIOGRAFÍA

- (1) **«Inflation Bets or Deflation Hedges? The Changing Risks of Nominal Bonds»**. Campbell, John Y.; Sunderam, A. and Viceira, L. M. Harvard Business School. Working Paper 09-088. Cambridge, 2009. Stephen M. Ross School of Business at the University of Michigan. Research Paper N° 1122. Chicago Graduate School of Business Research. Paper N° 08-19.
- (2) **«Bank Lending During the Financial Crisis of 2008»**. Ivashima, V. and Scharfstein, D. Harvard Business School. Cambridge, December 2008.
- (3) **«The Failure of Models that Predict Failure: Distance, Incentives and Defaults»**. Rajan, U.; Seru, A. and Vikrant, V.
- (4) **«Situación y perspectivas del Sistema Financiero Mundial»**. J. Viñals. Manager in International Monetary Fund (IMF). Conference in Faculty Club. Harvard University. Cambridge, July, 20, 2009.
- (5) **«Forced sales and house prices»**. Campbell, John Y.; Giglio, S. y Pathak, P. Department of Economics. Littauer Center. Harvard University. Cambridge, March 2009.

- (6) **«Crisis del Modelo Bancario: Consolidación en las Cajas Españolas»**
 Conference of Berges, A and Garcia Mora A. Analistas Financieros Internacionales. Escuela de Finanzas Aplicadas. Real Colegio Universitario Complutense. Harvard University. Cambridge, July, 21, 2009.
- (7) **«The Impact Of Deregulation and Financial Innovation on Consumers: The Case of the Mortgage Market».**
 Gerardi, K; Rosen, H.S. y Willen, P. S. Forthcoming in the Journal of Finance. March, 14, 2009.
- (8) **«Distancia al Default del Sistema Financiero Español: Una aproximación a partir de cotizaciones de mercado».**
 García Mora, A. and Papp, P. Analistas Financieros Internacionales. Escuela de Finanzas Aplicadas. Real Colegio Universitario Complutense. Harvard University. Cambridge July, 22, 2009.
- (9) **«Sell Side School Ties»**
 Cohe, L.; Frazzini, A and Malloy, C. Harvard Business School and NBER. University of Chicago. Cambridge, January, 22, 2008.
- (10) **«The Investment Strategies of Sovereign Wealth Funds».**
 Bernstein, S.; Lerner, J. and Schoar, A. Harvard Business School. Working Paper 09-112. Cambridge, 2009.
- (11) **«Small Lessons from a big crisis».**
 Haldane, A. G. Executive Director Financial Stability. Bank of England. Remarks at the Federal Reserve Bank of Chicago 45th Annual Conference about «Reforming Financial Regulation». London, 08.05. 2009.
- (12) **«Empresarios italianos y españoles solicitan cambio Basilea II».**
 Cumbre celebrada el 10.09.2009. Recogido por Hispanidad.com. Madrid, 11.09.2009.
- (13) **«Financial stability depends on more capital».** Geither, Tim. Secretario del Tesoro de Estados Unidos. «Financial Times». Londres, 4.09.2009.
- (14) **Declaraciones del Presidente de Goldman Sachs, Lloyd Blankfein.** Recogidas de <gabriel@hispanidad.com> Madrid, 10.09.2009.

LA REVALORIZACIÓN DE LAS CONVICCIONES EN EL MARCO DE UNA SOCIEDAD TECNIFICADA

DR. D. LUIS ALBERTO PETIT

Académico de Número de la Real Academia de Doctores de España

SALUDO

Excmas. Sras. Académicas y Excmos. Sres. Académicos.
Sras. y Sres.
Queridos amigos,

Muchas gracias, querido Presidente de la Real Academia de Doctores por tus amables palabras de presentación con las que se inicia esta sesión, en la que al igual que en otras en que tuve el privilegio de estar a este lado de la mesa, pretendo que mis reflexiones no giren exclusivamente en torno a temas técnicos, como parecería lógico dada mi adscripción a la Sección de Ingeniería, sino que trataré de tender puentes a otros temas específicos de otras Secciones ya que, no en vano, somos miembros de una Academia multidisciplinar.

No debo dejar de hacer público mi reconocimiento a algunas paternidades intelectuales recibidas de distintos expertos sobre los temas que pretendo presentaros.

1. INTRODUCCIÓN

Desde Elton Mayo, los psicólogos han lamentado la aceleración con que se vive hoy y la falta de pausas que ello supone.

A este respecto, se recuerda el largo período de tiempo que Leonardo Da Vinci tardó en producir el famoso cuadro situado en la Iglesia de Sta. M.^a delle Grazie de Milán, a pesar de la insistencia del párroco para disponer con urgencia de la obra. Leonardo tardó hasta seis meses en encontrar el modelo de hombre tranquilo, de aspecto juvenil y bello que pudiera representar a Jesús de Nazaret. Con sus pausas, tardó hasta seis meses en encontrar y representar a cada uno de los discípulos, por lo que sólo al cabo de 6 años consiguió encontrar un modelo de hombre de mala catadura, con la cara llena de cicatrices y expresión de maldad. Una persona a la que encontró en la cárcel de Nápoles. Como un inciso, se cuenta que, mientras se dejaba pintar, éste le insistía a Leonardo: «¿Pero no te

acuerdas de mí?» Al cabo del tiempo, este Judas del cuadro confesó al artista que era el mismo a quien hacía unos años había seleccionado para representar a Jesús.

Anécdotas aparte, una Sociedad cohesionada necesitaría pausas para anticiparse a los problemas de adaptación que requiere el dinamismo con el que se nos está hablando de:

- los robots-insecto que ayudan a la polinización
- el ascensor espacial
- los tejidos con información sobre la salud
- los circuitos electrónicos basados en bacterias
- la ciudad lunar
- los hologramas
- la ropa «low-cost» para usar y tirar, comprada impulsivamente quizás en los «outlets», ó
- la genética de consumo para localizar los rasgos genéticos de las personas.

Con independencia de tales anuncios prospectivos, lo cierto es que vivimos ya en una Sociedad tecnificada.

2. ALGUNOS ELEMENTOS QUE CONFIGURAN ESA SOCIEDAD TECNIFICADA

2.1. Las TIC

Un elemento de esa Sociedad es nuestro mundo de ordenadores basados en el transistor, de los que se fabrican al año más que granos de arroz se cultivan en el planeta. Dentro de poco, estos ordenadores, capaces de desarrollar 25 millones de procesos por segundo, alcanzarán la velocidad del cerebro; es decir los petaflops, o sea 10^{15} procesos por segundo.

Otro elemento de esa Sociedad: unas telecomunicaciones, ahora también inalámbricas, cuyo buque insignia es el teléfono móvil, inventado por Martín Cooper que ha dado lugar a una pluralidad de funciones como el SMS (Sin Móvil Sufró) y a la expresión de emociones y sentimientos, que es la música, que se ha popularizado desde que Jacob Ziv diseñó el mp3, que dio paso después al ipod, etc.

En su convergencia con la informática ha consistido en gran parte un sensacional impulso hacia el desarrollo aunque no siempre sea sostenible.

Una convergencia que ha permitido el correo electrónico que diseñó Raymond Samuel Tomlinson y como cumbre emblemática de tal convergencia, el Internet de Tim Berners Lee y Robert Caillour, accesible hoy también desde el móvil y con aplicaciones

como la web 2.0 en que cualquier usuario puede no solo recibir información sino también crearla.

En todo ello ha jugado un papel trascendental el desarrollo del software conseguido gracias a la optimización en el análisis de los procesos y a la consecución de algoritmos muy eficientes.

Hoy se logra hasta reconstruir nuestros hábitos, facilitado por las «nubes de internet», que propician las conexiones de los distintos dispositivos, y que están generando nuevas aplicaciones en el mundo de la seguridad, de la enseñanza, de la salud, de la domótica, de la defensa con el futuro soldado digital y de la vida personal.

En la empresa, inmersa en un entramado muy competitivo, las TIC se aplican al e-business, al comercio electrónico, a la administración electrónica y a la banca «on-line». También, las TIC inciden a lo largo del ciclo de vida de los productos. Como quiera que con el incremento del consumo, se fabrican cada vez más objetos, su buen diseño es esencial para que estos puedan ser fabricados y transportados hasta el punto donde se emplean de forma óptima. En las ayudas a la decisión las TIC se insertan con frecuencia, al ser herramientas de la Investigación Operativa para la programación matemática, en el estudio de alternativas donde hay riesgo o incertidumbre, en las decisiones multicriteria o en el uso de simulaciones.

Si en las empresas de fabricación, la robótica elimina trabajos rutinarios, en las de servicios las TIC aportan nuevos modelos para las prestaciones como el basado en el trabajo no presencial. Tal es el caso del teletrabajo, que hace disminuir el absentismo, y mejora la calidad de vida de los operarios. Y también es el caso de las videoconferencias y reuniones virtuales: paradigmas mucho más respetuosos de la vida personal y familiar.

En todo ese ámbito es donde prospera la Sociedad en red como sistema emergente de comunicación, y que se traduce, en particular, por las redes sociales, como Facebook, con sus más de 300 millones de adheridos y que son también accesibles a través del móvil.

Las TIC alientan, por tanto, así la evolución de nuestro modelo económico, político y social hacia un modelo de Sociedad en red. Si, en su día, Unamuno decía del Café Bulvar, situado en el Arenal de Bilbao que «en aquel lugar se encontraba todo el mundo porque o bien se citaban o bien porque se encontraban sin más», lo mismo puede decirse de Internet, donde todo se encuentra y donde se produjeron ya 2.700 millones de transacciones por móvil en 2007 que se habrán transformado en 37.000 millones en el próximo año.

2.2. La energía

Otro elemento de la Sociedad tecnificada es el vinculado a la energía, ya que —por ejemplo— sin energía no se instalarían las infraestructuras imprescindibles para evitar que permanezcan en el planeta zonas no desarrolladas al no disponer de las técnicas necesarias.

Para la producción de la energía se consumen, en particular, a diario 82 millones de barriles de crudo.

El 40% de la energía producida se dedica al transporte, el 32% a la industria y el 28 % restante a usos diversos.

De ese transporte, el 52% corresponde al privado de personas, el 4% al colectivo y el 44% a mercancías.

Sólo en Madrid se ha pasado en 15 años de tener un coche cada tres personas a que cada dos tengan un coche.

A este respecto conviene considerar que, frente a los 400 millones de automóviles en funcionamiento hoy en Europa, y otros tantos en EE.UU., apenas disponen de 100 millones los 3.000 millones de chinos e indios. Para que éstos tuvieran el mismo «ratio» de autos que tenemos en nuestros países, sería menester que, durante 50 años, todos los fabricantes de coches del mundo estuvieran fabricando autos solamente para ese país, que piensa ya que, en el año 2030, junto con la India dispondrán de 1.000 millones de coches. Es decir, más de los que hoy circulan por el mundo.

Como esto es insostenible en base a los combustibles fósiles, los coches serán eléctricos o no serán. De ahí el interés de ideas como la de Hai Hagassi, un israelita autor del proyecto «Better Place», basado en que, al igual que hoy compramos minutos de comunicación a través del teléfono móvil, se comprarán Kms. de desplazamiento en unos autos que llevarán la electricidad empaquetada en baterías de peso decreciente y autonomía creciente, recargables con facilidad y quizás también en coches «versión híbrida» completados con células fotovoltaicas para ciertos dispositivos secundarios.

Soluciones como éstas ayudarán al tema de la movilidad que, si en el año 70, en la Europa de los seis, originaba un desplazamiento del ciudadano europeo de 17 km. diarios, el año 2004 en la Europa de los 15, estaba ya en 25 km. diarios.

En razón de la contaminación actual, se deriva ya la necesidad de una gestión sostenible del tráfico y de unas nuevas estructuras de transporte en el marco de las macrociudades del futuro, con base en entornos colaborativos de intermodalidad e interoperabilidad para redes inteligentes de transporte público —es decir redes con servicios inteligentes como consecuencia de las prestaciones relevantes que aportan las TIC perceptibles sensorialmente— con carreteras inteligentes, y quizás solares, con sistemas de navegación adecuados y una gestión racional de las flotas.

Además, cada vez será más necesaria la eficiencia en la producción y el ahorro en el consumo energético, recurriendo, p.ej., a recuperaciones como la del frenado regenerativo de los trenes, que permitiría aprovechar más de 500 GWh anuales en España. Tanta electricidad como la producida en la Central térmica de Puertollano.

Un sector éste del transporte por ferrocarril, que debe incidir con contundencia en el transporte de mercancías en el marco de una logística racional. Eso, sin olvidar el creciente papel del transporte aéreo y marítimo.

En todo caso, el tema de la energía implica recurrir crecientemente a la electricidad —muy impactada por los transportes electrificados—. Y ésta se ha de producir en base a un mix de las fuentes de combustibles fósiles, eólica, fotovoltaica, solar térmica, biomasa, hidráulica, biocarburantes, marina, geotérmica y la nuclear, que conlleva una menor de-

pendencia y un menor coste cuando se reprocesa el combustible, reciclándose el uranio y el plutonio en los sistemas de cuarta generación, en espera del desarrollo de la fusión y del hidrógeno como vector energético, de forma que se pueda permitir a cada ciudadano cumplir con su derecho a acceder a alguna forma de energía.

2.3. Los nuevos materiales

En nuestra Sociedad tecnificada, con independencia de las nuevas técnicas geomine-
ras, la de los nuevos materiales, basados en componentes, —que son función de las propie-
dades de sus constituyentes como consecuencia de la manipulación y ensamblaje de
los átomos—, consiguen nuevas y muy interesantes propiedades físicas y químicas que
surgen de las interrelaciones entre las nanotecnologías y los biomateriales.

2.4. La silvicultura

En la Sociedad tecnificada, la silvicultura, como técnica para impulsar el cuidado de
los bosques y de los montes, favorecerá una mejora del medio ambiente muy degradado
hoy, y que constituye un problema de justicia, de forma que dejemos a las generaciones
siguientes los recursos necesarios como consecuencia de haberlos consumido al mismo
ritmo con que se generaban y de que los contaminantes sean reciclados, neutralizados o
absorbidos por el medio ambiente y los residuos sean reutilizados, recuperados o reduci-
dos.

Sólo así podrán proliferar ciudades como Masdar City en los Emiratos Árabes que
Norman Foster ha diseñado y se está construyendo de forma que no se produzcan emi-
siones de carbón.

Sin esa contaminación atmosférica el cambio de temperatura del planeta se limitará
esencialmente al derivado de los grandes ciclos que se producen y que permitieron que
Aníbal atravesara los Alpes con sus elefantes, que el Támesis se congelara todos los años
entre 1700 y 1800 y que, ahora, vayamos hacia un clima más tropical que, si ya ha avisado
con el tsunami, no impedirá que un día nuestro Mar Menor, quizás, se limite a ser una
simple bahía.

2.5. Los recursos hídricos

No menos importante resulta para una Sociedad tecnificada el tema de los recursos
hídricos.

Un niño al nacer en su 80% es agua y a los tres meses todavía su 65% es agua.

Los grandes consumidores son la agricultura y la ganadería con el 70%, y la industria
con el 22%, mientras que en el hogar sólo se gasta el 8% restante. Pero de este recurso
de la naturaleza hay aún 1.100 millones de personas que no la disponen de forma salubre
y 3.000 millones sin poderse lavar ni disponer de saneamiento. Mientras que en USA se
consumen 600 litros por habitante y día, en Europa esa cifra se reduce a 300, pero en el
área subsahariana apenas alcanza 15.

Es curioso que llueve al año 110.000 km³. De ellos 65.000 km³ son devueltos a la atmósfera y 35.000 van al mar. Solo utilizamos unos 12.000 y de mala forma, debido a la distribución de las lluvias, ya que la escurrentía anual varía entre 3000 mm en Noruega y los 25 en el Sur de España. Por otra parte, con las sequías, las aguas subterráneas se vuelven saladas en los acuíferos.

Por eso se hace necesario resolver la cuestión del abastecimiento, del saneamiento y del ciclo integral del agua de consumo así como unos principios éticos para su gestión sostenible, tanto en el tratamiento, reutilización o depuración, como en el transporte y la distribución.

Esa gestión requiere en nuestra Sociedad tecnificada, una visión muy planetaria, ya que, no en vano, p.ej., cada litro de leche y cada kg. de vacuno que consumimos suponen cantidades ingentes de agua absorbidos por la vaca previamente: toda una forma invisible de importación de agua!

2.6. Orientación actual de la Sociedad tecnificada

En resumen, puede decirse que la informática, la energía, el agua y la Sociedad tecnificada en general, -en la que hay que incluir también las técnicas de la agronomía, la mecánica, la química y la astronáutica-, seguirán cambiando nuestra vida habitual. A ello hemos de acostumbrarnos ya que, como decía Ortega, «la vía no está hecha, sino que tenemos que hacérsola». Algo difícil ya que la realidad es intrincada, compleja, fluida, caótica e interconectada.

A pesar de ésto, la técnica proseguirá su desarrollo y es verosímil pensar que se orientará hacia dos grandes polos.

El de los microsistemas basados en bio-info-nano-cogno, que permiten la fertilización cruzada entre la biotecnología, las TIC, la nanotecnología y la medicina con aplicaciones como las telecuras, los nuevos scanner, la ayuda al diagnóstico, la asistencia sanitaria, los fármacos personalizados, la realidad virtual o el funcionamiento del cerebro: actividades técnicas fronterizas con la ciencia donde se busca dar más años a la vida y también más vida a los años.

Y, por otra parte, los macrosistemas: es decir, los relativos a la energía, al agua, a la alimentación, la fabricación, las comunicaciones, la logística, la sostenibilidad, las infraestructuras, en la frontera todo ello con la sociología, la gestión, la economía y las humanidades.

3. LA TÉCNICA, BASE DE LA SOCIEDAD TECNIFICADA

La técnica, como conjunto de procedimientos de que se sirve la ciencia para sus aplicaciones, es la base de la Sociedad tecnificada y está llamada ahora a mitigar los impactos medioambientales y, a facilitar la vida de forma sostenible. Así, una persona que trabaja en un procesador de textos no tiene por qué tener conocimientos del álgebra de Boole, de los circuitos integrados ni de la algorítmica. Pero, gracias al procedimiento con que aquello

funciona, el operador ve facilitada la corrección de los errores mecanográficos y los ortográficos.

La técnica ayuda pues a evitar errores. Se cuenta del Duque del Infantado que encargó en cierta ocasión a su Secretario pidiera a un amigo de Toledo —ciudad de las armerías— que le enviara 12 albardas. El amigo quedó sorprendido al recibir el escrito, ya que no se explicaba que el Duque le pidiera 12 albardas, lo que obligó a éste a una justificación ulterior por un error causado por la falta de una sola letra.

También, la técnica trata de hacer sencilla la vida. Se cuenta de una fiesta con música para niños, en la que estuvo invitado Ludwig van Beethoven, que una de las niñas participantes, Elisa, dijo en un momento que ella tocaba el piano. Beethoven, interesado, le pidió que tocara algunas piezas. Así lo hizo, pero se quedó muy sorprendido cuando ninguna era de las compuestas por él. Se lo pidió expresamente. La niña le contestó que sus composiciones eran muy difíciles, por lo que él le prometió enviarle una pieza asequible para ella. Así lo cumplió, y por eso se conoce la sonata: «Para Elisa: recuerdo. 27 de abril de 1808».

Gracias a la técnica se ha facilitado la vida, simplificando los procesos y suprimiendo posibilidades de error, hasta adentrarnos progresivamente en nuestra Sociedad tecnificada.

Así con ayuda de la técnica en el siglo XX, en que la población del mundo se triplicó, el consumo de agua se multiplicó por 10 y el de combustibles sólidos por 30.

Más concretamente entre el año 1945 y el 75, se triplicó nuestro poder de compra. Se multiplicaron los televisores, los coches, la calefacción individual, los frigoríficos. Para algunos surgió una especie de paraíso terrenal gracias a esta Sociedad tecnificada.

Pero, a este respecto, hay que significar que con los subsidios al paro, con la Seguridad Social, con las Pensiones de jubilación, a la persona no le fueron necesarias ligazones como antes. Ni siquiera los partidos políticos ni los movimientos juveniles han hecho mella. Ante la televisión, que le entretiene, la persona tiene una saturación de los sentidos que inhibe la necesidad de dar un sentido a la vida. No piensa, no medita sobre la vida que pasa ni sobre la muerte que llega: uno de los temas que llevamos dentro y que constituye una bofetada para nuestra Sociedad orgullosa de su técnica. Un tema, por otra parte, en que nos diferenciamos de los animales, ya que éstos no se conmueven ante la precariedad de su existencia como los seres humanos. Pero ocurre, también, que parece legítimo pensar que nuestro destino natural no encuentra su cumplimentación total en la finitud de la vida terrestre, por lo que los cristianos nos atrevemos a esperar la respuesta definitiva más allá de la muerte, tanto más cuanto que la «vida» después de la vida no es una cuestión científica.

En este marco general, con escasas ligazones, la pregunta constante que nos debemos hacer, es si no hay que buscar alternativas de crecimiento técnico y social que reduzcan los riesgos que conlleva la Sociedad tecnificada en que vivimos. Porque, entiendo que solo es y será posible una Sociedad tecnificada basada en una técnica que responda a las exigencias ético-sociales, evitando así que la Sociedad se rebele contra la técnica que en sí responde a la esencia de la especie humana, —como justificaré más tarde—, pero que debe hacerlo dentro de un «deber ser». Es decir, que nuestra constante debe ser reflexionar sobre cómo y a qué coste queremos progresar.

4. OPORTUNIDADES DE LA SOCIEDAD TECNIFICADA

Para ese marco, la Sociedad tecnificada da oportunidades.

Aceptemos que en un cucharón sopero caben 10^6 granos de arena que representen 1 megabyte de información. Como quiera que hoy se dispone de más de 988 exabytes (10^{18}), casi 1 zetabyte (10^{21}), en el símil de la arena esa información, representada por arena, supondría la de una playa imaginaria desde las costas de Canadá hasta las de Florida, que tuviera 30 m entre la bajamar y la pleamar y 30 cm. de profundidad.

Pues bien, la Sociedad tecnificada, con aplicaciones como la innovación —que surge del resultado de una investigación tecnológica, materializable y vendible—, es capaz de transformar, gracias a esa inmensa cantidad de información, el conocimiento en puntos de PIB, si bien este estimador no es perfecto ya que no tiene en cuenta la calidad de vida ni la problemática del medio ambiente.

En todo caso, la Sociedad tecnificada, con esa información, es la que ha promovido ya la globalización actual con sus luces y sus sombras y es la que debe ayudar a superar la crisis económica cuya solución es digital.

Y esa Sociedad, con esa información, tiene la oportunidad de favorecer un nuevo paradigma económico, indispensable ante el escándalo de las desigualdades clamorosas, que han llevado a Benedicto XVI a pedir la reforma del orden económico, ya que la crisis nos obliga a revisar nuestro camino y a darnos nuevas reglas o a encontrar nuevas formas de compromiso ya que, como dice en «Caritas in veritate»: «el objeto exclusivo del beneficio, que no se obtiene para el bien común, corre el riesgo de destruir riqueza y crear pobreza».

Esa Sociedad tecnificada debe conseguir, por tanto:

- unas adecuadas iniciativas públicas donde el FMI, el Banco Mundial, etc., cobren protagonismo poniendo coto a los productos especulativos e instalando una estricta seguridad en los sistemas bancarios tras su saneamiento
- un marco de trabajo fundado en el conocimiento y en la información que hoy da internet
- la excelencia en los servicios, especialmente de valor añadido
- un nuevo modelo económico basado en un tejido empresarial, con responsabilidad social y muy competitivo como consecuencia de que los grandes flujos actuales —el acero, el financiero, etc.— encuentren en nuestro país atractividad para el inversor y capacidad para exportar, algo muy importante ya que el importe de las mismas es la mitad de lo que genera Irlanda con sólo cuatro millones de habitantes
- una unidad de mercado y un gasto público —que no social— tan reducido como eficaz
- un sistema de enseñanza —desde el nivel básico que aliente el esfuerzo de los futuros profesionales

¿Cómo conseguir ésto que propicia la Sociedad tecnificada? Como decía Aníbal el Cartaginés «encontrando el camino y si no, creándolo».

Debemos, además, construir la esperanza de que los nativos digitales hagan bueno el conocido dicho de los árabes: «todo lo que tienes que hacer es mirar hacia adelante y divisar el camino. Cuando lo veas: no te sientes».

Ni a ellos ni a nosotros nos debe faltar coraje para seguir los caminos que lleven a los objetivos citados. No debemos sentirnos por los suelos ni humillados -que no en vano viene del latín «humus» tierra- por la situación, pero tampoco cerrar los ojos cuando estamos bailando sobre la cubierta del Titanic, en este mundo codicioso, insostenible, con grandes conflictos armados, un medio ambiente muy deteriorado, grandes bolsas de marginados y unas nuevas formas de pobreza, que comprende también a quienes no son capaces de llegar por sí mismos donde querrían. Todo ello en el marco de una Sociedad superficial, monótona y estresada.

Los citados objetivos de la Sociedad tecnificada suponen abordar cuestiones en las que también la Iglesia está cada vez más implicada como son:

- la centralidad de los pobres, consecuencia de su dignidad humana y que abarca también el analfabetismo;
- la atención a los desempleados, enfermos, migrantes, dependientes y drogadictos;
- la injusticia de los pecados del mundo como desviaciones del estilo de vida Evangélico.

Sobre la solución de cuestiones como esas —y que son problemas para todos— conviene recordar que la «Gaudium et spes», —en cierto modo coetánea del «New Deal» de JF Kennedy, de los Beatles y de mayo del 68—, aceptó que «no siempre tiene a mano la Iglesia respuesta adecuada a cada cuestión» y que «no pensemos que los pastores estén siempre en condiciones de poder dar inmediata solución concreta a todas las cuestiones graves que surjan».

Pero, aún en ese ámbito, la Iglesia católica sigue un proceso de reflexión y quizás de reforma interna, entre otras cuestiones:

- sobre cómo acertar a situarse en una Sociedad laica
- sobre cómo aclarar y prestigiar sus propuestas antropológicas;
- sobre cómo concretar con toda contundencia su propuesta en relación con los problemas sociales;
- sobre cómo encontrar caminos más y más claros para hablar de la solidez del matrimonio y sobre el coraje necesario para analizar cuestiones como la comunión, en ciertos casos, de los divorciados que han vuelto a contraer matrimonio;
- sobre el desarrollo de una inventiva para ordenar a personas de probada fe y de buen trato con los demás;

En el fondo, la Sociedad tecnificada para cumplir sus oportunidades conlleva, por tanto una necesaria laicidad abierta ó positiva en que el Estado y la Iglesia colaboran para resolver los problemas: cada uno con sus propios instrumentos y en sus propios ámbitos de actuación.

Así es como en el escenario actual y en coherencia con unas convicciones muy generalizadas, se conseguirá un cambio de mentalidad —una especie de «metanoia»— que libere a los seres humanos de aquello que les hace desdichados.

Se trata de algo que no puede conseguirse sólo con la Sociedad tecnificada, sino además, con una nueva conformación de la conciencia y de la sensibilidad, en conjunción con una «ética mundial de mínimos» basada en dos principios: el trato a los demás de manera humana y el no hacer lo que no quieres que te hagan a ti. Lo que supone un compromiso con los valores de tolerancia, de no violencia, de igualdad y de solidaridad que requiere nuestro tiempo y que debe llevar, p. ej., a un consumo responsable de los bienes disponibles.

Se trata de edificar la casa común, donde todos somos necesarios y donde, por tanto, se respete la diversidad, donde se construya la convivencia sobre unas reglas de educación, de perdón, de diálogo, de discusiones sin rencor y de autocrítica.

5. CONVERGENCIA ENTRE LA SOCIEDAD TECNIFICADA Y LA CASA COMÚN

Estiman los paleontólogos que, hace tres millones de años, en el África Oriental, en tiempos de los Pitecántropos, unos antropoides de morfología parecida a los humanos de hoy, diverge una especie de la mera evolución biológica de los otros animales y se especializa en el desarrollo técnico, siguiendo una tendencia de dicha evolución que alienta las especializaciones ya que éstas son útiles para la supervivencia.

Ese desarrollo técnico se tradujo por la extensión del cerebro que pasó de 500 cm³ a los 750 del «homo hábilis» y mucho más tarde a 1.500 cm³.

Lo importante es que, precisamente en esa época, que se conoce como la antigua Edad de Piedra, es cuando, con el cerebro de mayor tamaño —y que crecía después del parto—, se trabaja la piedra con mayor habilidad y eficacia técnica y se inicia el lenguaje humano que permite transmitir conocimiento a la siguiente generación.

Las reglas clásicas de la evolución han seleccionado a la especie humana que, simultáneamente, es inteligente y técnica.

También otras especies han desarrollado alguna inteligencia como las abejas con las colmenas o las acacias con sus medios de comunicación. Pero se quedaron ahí.

Ese crecimiento del cerebro se producía en los prematuros que tenían una supervivencia difícil. Para superar el problema, frente a los tigres, las águilas ó los tiburones, animales en que macho y hembra cazan, la madre de la especie citada se quedaba recogiendo hierbas salvajes para alimentar al recién nacido, al que vigila y cuida, mientras que el padre, cazador, se daba cuenta, en sus adentros, a lo largo de los años, de su sensibilidad y amor hacia la débil criatura, el más necesitado de cuidados, cuyo respeto fue y es el fundamento de la es-

pecie humana. Surgía así, por instinto, el sentimiento, el altruismo, el espíritu, la espiritualidad dentro de las convicciones de aquellos seres. Toda una evolución cultural.

El desarrollo técnico constituyó, pues, un entorno decisivo de humanización.

Al final del Paleolítico el «homo sapiens» incrementó esa sensibilidad existiendo aún hoy los primeros vestigios de aquella espiritualidad que se traducía por la preparación de estatuillas, sepulcros y dibujos rituales en honor de los difuntos, mientras adaptaba progresivamente el entorno a sus necesidades. La especie humana siguió creciendo en inteligencia a lo largo de los siglos.

Hace 10.000 años, la revolución del neolítico cambia radicalmente la organización social. Se crea un nuevo entorno con la agricultura y su técnica, ya que no había alimentos para todos. Surgen los principios del derecho, el trabajo no itinerante, el concepto de propiedad y la defensa de ésta a través incluso de las guerras. Y, al mismo tiempo, se incrementa el fenómeno religioso cuya esencia era ya dar sentido a la vida.

Mucho más tarde, la civilización romana pone en marcha la Administración, la milicia y la codificación del derecho. Y ello junto a la esclavitud y las torturas. Aunque utilizaron las técnicas heredadas de Grecia con frutos tales como las vías de comunicación como la Augusta, que llegaba hasta Cádiz, y las calzadas, los puertos como Ampurias, los faros como el de Hércules, los acueductos como los de Tarragona y Segovia, las grandes urbanizaciones reconstruibles hoy a través de las cloacas y los puentes como el de Mérida, las murallas como la de Astorga que era cabeza de grandes explotaciones mineras como Las Médulas. A principios del siglo I, les faltaban ya alimentos y las minas estaban agotadas. Desde los tiempos de Nerón aparecen, sin embargo, los cristianos que defienden la dignidad del ser humano y de sus trabajos y hacen bandera del amor al débil en vez de divinizar al Emperador. Pero, en medio del paroxismo de la época, se mantuvo durante largo tiempo la Pax Romana en el entorno mediterráneo cuyos habitantes practicaban el culto a los dioses Lares con más facilidad que a Minerva...

Tras el siglo X, con el caballo que sustituye al buey y en ciertos casos a los esclavos, aparecen los molinos para triturar el grano —¡siempre la técnica!—.

Surge en el siglo XVIII en Gran Bretaña, —que tenía menos oro y colonias que España—, el derrumbamiento de las monarquías de derecho divino y se originan las democracias parlamentarias. Y coincidiendo con ello, se produce la Revolución Industrial, que conlleva el mundo obrero y —basados en el nuevo régimen político— los derechos del hombre con cierto sentido de sensibilidad y espiritualidad, derivándose, poco a poco, la supresión de la esclavitud y más tarde de la pena de muerte. Sin igualdad de derechos y sin educación se hubiera perjudicado la eficacia conseguida con la máquina. ¿Cómo se iba a emprender algo sin instrucción o sin un derecho a la propiedad protegido por Tribunales que respetaran a los ciudadanos? o ¿cómo fabricar bienes para todos si los recursos necesarios se invirtieran en lo superfluo? Se establece pues, la «casa común» coincidiendo con la Revolución Industrial.

6. LA ESPECIE HUMANA: TÉCNICA Y ESPIRITUAL

Hoy no puede negarse que los 100.000 «homo hábils» de África Oriental no tenían medida común con los 6.000 millones de «homo sapiens» repartidos por el mundo. El

progreso ha avanzado aunque solo exista aún cierta solidaridad social ante el paro, los enfermos y los discapacitados pero con igualdad de derechos entre sexos, tolerancia religiosa y sin colonización.

Así parece legítimo suponer que la evolución espiritual es el marco de nuestra especie que se ve favorecida por el desarrollo de la técnica. Y es lógico, también, deducir que el cuidado y los derechos de los necesitados, -lo espiritual-, junto al desarrollo de la técnica constituyen el distintivo de la especie humana, así implicada en el concepto de la creación, tal y como forma parte de las convicciones de muchos.

Por tanto, el desarrollo de una técnica sostenible no sólo mejora la ordenación del territorio para el bien de las personas, sino que se vincula con una capacidad de juicio vital y de espiritualidad que, de hecho, es lo que aportan las religiones al proponer una forma de vida concreta y al impulsar la «metanoia» que antes cité.

Está convicción lleva implícito que, hay que ser sensibles ante los problemas provocados por situaciones nuevas, confrontaciones ideológicas, cambios sociales, desarrollos de poblaciones, o los métodos de indagación en bioética que puedan resultar ofensivos, con especial atención a las propuestas de soluciones, con el necesario discernimiento ante el pragmatismo y con la posible confrontación entre la técnica y el respeto de la intimidad y la inviolabilidad de la conciencia.

Pero hay que mostrar, al mismo tiempo, interés por el resultado de la investigación, sin caer en la tentación de un absolutismo o de una minusvaloración de los evidentes logros conseguidos por la I+D+i en muchos campos como ocurre con las expectativas actuales del gran acelerador de hadrones (LHC) que trata de recrear los instantes posteriores al Big Bang.

7. CONCLUSIÓN

Desde mi convicción, la Sociedad tecnificada y sostenible —que no comporta una religión, sino que crea las condiciones para una religión cada vez más exigente— resulta ser el pórtico de espiritualidad. No hay fenómenos físicos sin dimensión metafísica. La Sociedad tecnificada, que debe favorecer a los seres humanos, facilita que el hombre se espiritualice. Aunque no sepan qué es una valencia, un isótopo o una impedancia, las personas -con sus proyectos de mejorar el planeta- se escaparon de su condición de animal gracias a las posibilidades de la técnica.

Ésta ha ayudado a crear el entorno artificial en que vivimos, cumpliendo el mandato del Génesis 1.28 de someter y dominar la tierra con lo que los ingenieros con nuestra versatilidad desarrollamos actividades que podríamos denominar de cocreación.

Es de destacar que esto lleva a veces a una extrema competitividad. A este respecto, se recuerda aquella ocasión en que Bill Gates presentó a General Motors como una empresa que si fuera Microsoft vendería coches a 25\$ la unidad, que marcharían a 1.000 millas/h y que recorrerían 10.000 millas con 3,8 litros de gasolina. La competitividad reinante aunque fuera entre empresas de distintos sectores llevó, poco después, al Consejero Delegado de General Motors a anunciar que si General Motors fuera como Microsoft, tendría un único concesionario con dos modelos de coche: el Car 98 y el Car NT, que dispondrían

de un solo asiento y que a diario tendrían una o dos averías. La voz mecánica del airbag preguntaría al conductor antes de abrirse si estaría seguro de necesitarlo. Cada nuevo modelo obligaría a aprender a conducirlo y para apagar el motor habría que darle al «inicio».

Por otra parte, en el orden personal, son el amor, la preocupación por los demás, y por tanto, los sentimientos y el espíritu —desde los tiempos del «homo hábilis»—, los que nos ofrecen una esperanza, que no puede asegurar la razón, ya que nos sugieren un horizonte de trascendencia. Y como decía Antoine de Saint Exupery «lo esencial es invisible».

Desde estas perspectivas, el cristianismo no es sólo un culto. Es una cultura basada en el compromiso de trabajar en el Proyecto de Jesús de Nazaret cuya vida es la mejor parábola de la ética y que se traduce porque no basta con hablar sino que hay que alimentar, que no basta con compadecer a los enfermos sino que hay que acompañarlos, que no basta con apiadarse de los pobres sino que hay que ayudarles. Traslación, todo ello, del triunfo del amor y la esperanza que también Wagner intentaba cantar en su Tannhäuser

Siendo así ¿puede un Ingeniero, egresado de la universidad, creer en el Dios de la revelación judeocristiana sin abstraerse de la técnica? Sí. La respuesta lleva a revalorizar una convicción radical: a la convicción de que no se puede construir una superestructura si el autor no tiene un proyecto explícito a favor de la persona a la que esa superestructura va a favorecer.

Por eso, creo con pasión en la técnica, porque tiene siempre un compromiso con las personas.

Por eso, aún conscientes de que continuarán los cambios acelerados y sin pausa en la Sociedad tecnificada, ya que como decía Shakespeare: «el pasado solo es el prólogo», estoy seguro que, entretanto, el mundo cristiano —fiel a sus convicciones— seguirá haciendo suyos los deliciosos versos de Antonio Machado:

*«Anoche cuando dormía
soñé, ¡bendita ilusión!
que era Dios lo que tenía
dentro de mi corazón»*

Muchas gracias por su amabilidad al haberme acompañado en estas reflexiones.

EL SODIO EN LA NATURALEZA

DR. D. RAMÍREZ ORTEGA, ANTONIO

Académico Correspondiente de la Real Academia de Doctores de España
Doctor Ingeniero de Minas, Académico Correspondiente de la Reales Academias:
Nacional de Farmacia y de Ciencias y Artes de Barcelona

DRA. DÑA. SAN JOSÉ ARANGO, CARMEN

Académica Correspondiente de la Real Academia de Doctores de España
Doctora en Medicina, Profesora Titular de Hidrología Médica
en la Facultad de Medicina de la Universidad de Sevilla

INTRODUCCIÓN

El Sodio es un elemento químico que pertenece al grupo de los metales alcalinos, siendo el más abundante de ellos en la corteza terrestre, con un promedio (Clarke) de 24 kg/t, principalmente en las rocas evaporíticas y también en las rocas ígneas ácidas, como el granito que tiene un promedio de 28 kg/t,.

El Sodio lo descubrió Davy en 1807 por electrolisis del hidróxido sódico, como también descubrió el Potasio por el mismo método desde su hidróxido, pues los dos metales son muy afines por tener potenciales eléctricos diferentes.

Los minerales principales de las rocas evaporíticas, que contienen Sodio son el cloruro Halita o Sal Gema y el sulfato o Thenardita. La Sal Gema se utiliza por los seres humanos desde la Prehistoria en la alimentación. En las rocas ígneas el Sodio se encuentra en forma de aluminosilicato en el mineral Albita, alcanzando por ello un contenido en la corteza terrestre de 28.800 ppm.

En el agua de mar es el principal componente salino asociado al cloro, alcanzando un contenido de 10,770 ppm. Del agua del mar procede la mayor parte de las evaporitas, uno de cuyos componentes mineralógicos más abundante es el cloruro sódico.

El Sodio es un elemento muy importante en la alimentación, usándose en forma de cloruro o sal gema. También industrialmente se utiliza como conservante de carnes y pescados, en la fabricación del ácido clorhídrico, del vidrio y esmaltes. En medicina se emplea en la preparación del suero fisiológico.

El Sodio junto con el Potasio tienen un papel vital en los seres animales, encontrándose el Sodio en el líquido extracelular y el Potasio en el intracelular, producién-

dose un equilibrio iónico, que favorece la actividad del sistema nervioso y el tono muscular, de ahí la importancia que tienen en la fisiología del corazón.

Se puede asegurar que:

El Sodio es un elemento imprescindible para la vida humana, cuyas necesidades son de 3 g/día, como máximo, pudiendo contener el cuerpo humano hasta unos 100 g.

EL SODIO EN LOS MINERALES Y LAS ROCAS

El Sodio es un elemento metálico alcalino que está dentro del grupo geoquímico de los litófilos, es decir, de los que se encuentran en la corteza terrestre silicatada, pues tiene gran afinidad por el oxígeno.

El Sodio no existe entre los minerales de elementos nativos, pues por sus características químicas al estar en contacto con la atmósfera el metal puro se oxida, dada su alta reactividad. Tampoco se encuentra entre los hidróxidos, óxidos y sulfuros; pero sí es uno de los minerales principales y abundante entre los halogenuros y silicatos, encontrándose también entre los carbonatos, nitratos y sulfatos. También se encuentra el Sodio en esos compuestos asociado con otros elementos alcalinos y alcalinotérreos, como potasio, calcio y magnesio, en minerales y rocas evaporíticas e ígneas.

1. Halogenuros

La Halita o Sal Común es cloruro sódico, teniendo un 39,32 % de Na y cristaliza en el sistema cúbico, con una dureza de 2,5 y peso específico de 2,135, su brillo es vítreo y es incolora o blanca, cuando es pura y su sabor es salado.

Los yacimientos de Halita proceden de la evaporación de aguas salinas ricas en Sodio y en Cloro, por lo cual se encuentran en terrenos geológicos que fueron bahías, cuando existía un clima árido y cálido, estando rodeadas de formaciones de arrecifes coralinos, especialmente en su comunicación con el mar abierto o bocana, que impiden salir las aguas profundas, que son más densas por su concentración en las sales, precipitando primeramente las cálcicas, después las sódicas y finalmente las potásicas y las magnésicas. También se forman en lagunas continentales en las que ha habido aporte de aguas con un alto contenido en Sodio por proceder de intrusiones marinas o comunicación por fracturas con el mar, o de aguas continentales superficiales o subterráneas que tienen contacto con yacimientos de minerales salinos. Los minerales sódicos de tipo nitrato, sulfato y carbonato pueden tener el mismo origen, de evaporación de aguas salinas en lagunas.

La sal común se ha extraído desde la antigüedad por evaporación del agua del mar en las salinas de San Fernando, Chiclana, Puerto Real y Puerto de Santa María de Cádiz en la costa Atlántica y en otras salinas de la costa Mediterránea, como en Torrevieja (Alicante), Roquetas (Almería) y Formentera (Baleares). También han sido muy importantes las producidas en los lugares donde hay manantiales de aguas cloruradas sódicas, como en Gerri de la Sal (Lleida), Medinaceli (Soria), Baeza (Jaén), Fortuna (Murcia), San Martín de la Vega y Ciempozuelos (Madrid) y en otros muchos donde existen terrenos pertenecientes al Triásico Superior o Keuper, del Oligoceno o del Mioceno, que suelen tener capas de Ha-

lita y de Yesos. En otros lugares como Poza de la Sal (Burgos), Cardona (Barcelona), Cabezón de la Sal (Cantabria), Salinas de Añana (Alava), Polanco (Santander), Jumilla (Murcia) y Pinoso (Alicante) existen diapiros salinos, donde la sal gema se encuentra sólida, incluso formando montañas y también depresiones por disolución, y en muchos otros está estratificada como en Remolinos (Zaragoza) y Villarrubia de Ocaña (Toledo).

La Halita o Sal Común, también denominada Sal Gema, Marina o de Cocina tiene su principal uso en alimentación y como conservante de alimentos cárnicos o de pescados; pero ultimamente tiene un gran empleo en la industria para la obtención de cloro por electrolisis de la solución salina, para la fabricación de plásticos clorurados y a la vez producción de sosa, para la industria de vidrios, decolorantes y esmaltes.

La Criolita es un aluminio-fluoruro de sodio con un contenido del 12,8 % de Sodio, cristaliza en el sistema monoclinico, encontrándose en masas incoloras o blancas, teniendo una dureza de 2,5 y un peso específico de 3.

Se asocia a la fluorita (fluoruro cálcico), habiéndose encontrado en Sallent del Gállego (Huesca). Su principal uso es en la fabricación de vidrios y esmaltes.

2. Nitratos

El Nitrato Sódico o Nitronatrina tiene un 36,5 % de Na_2O , cristaliza en el sistema trigonal escalenoédrico, con una dureza de 1,5 y un peso específico de 2,25, teniendo un color incoloro o blanco y estando asociado al cloruro y al sulfato sódico. Se encuentra en Calatayud (Zaragoza) y Tembleque (Toledo).

3. Sulfatos

La Thenardita o Sal de Espartinas es un sulfato sódico y tiene un 43,5% de Na_2O , cristaliza en el sistema rómbico bipiramidal, con una dureza de 2,7 y un peso específico de 2,68, siendo incolora o blanca.

Es un mineral que se encuentra en yacimientos evaporíticos de facies continental, explotándose actualmente en Cerezo de Río Tirón (Burgos) y en Villarrubia de Santiago (Toledo), utilizándose para la fabricación de vidrios y jabones.

La Glauberita o Sal de Villarrubia es un sulfato sódico-cálcico, con el 22,3 % de Na_2O , cristaliza en el sistema monoclinico con una dureza de 3 y un peso específico de 2,8 y un color blanco y a veces es incoloro. Este sulfato abunda más que la Thenardita, encontrándose en los mismos yacimientos y tiene las mismas aplicaciones industriales, pero es necesario separar sus dos componentes sódico y cálcico por un proceso termoquímico, para usar el sódico en la fabricación de vidrio y de jabón.

La Mirabilita o Sal de Glauber es un sulfato sódico con diez moléculas de agua, con un contenido de Na_2O del 19,25%, cristaliza en el sistema monoclinico con una dureza del 2 y un peso específico de 1,49, incoloro o blanco. Es un mineral evaporítico encontrándose en los mismos yacimientos que los dos anteriores sulfatos sódicos, y teniendo las mismas aplicaciones.

4. Carbonatos

El Natrón es un carbonato sódico hidratado con diez moléculas de agua, conteniendo un 16 % de Sodio y tiene una dureza de 1 y un peso específico de 1,5., siendo incoloro o blanco, gris y cristalizando en prismas del sistema monoclinico.

Este mineral se encuentra cristalizado en muchas surgencias de aguas bicarbonatadas sódicas y en lagunas salobres de las tierras barrilleras, como las que existen en Valencia, Murcia y Almería. Se usa para la fabricación de sosa cáustica, para vidrios y jabones; pero ya en la prehistoria en Egipto se utilizaba como conservante de la carne.

La Trona es un carbonato ácido de sodio hidratado con dos moléculas de agua, conteniendo un 20 % de Sodio y tiene una dureza de 2,7 y un peso específico de 2,15, siendo blanco brillante y cristaliza en prismas del sistema monoclinico.

5. Silicatos

El silicato sódicos es la Albita, que contiene un 11,8 % de Na_2O , cristaliza en el sistema triclinico con una dureza de 6 y un peso específico de 2,6, teniendo color blanco y a veces incoloro o gris.

La Albita es el feldespato más rico en Sodio del grupo de las Plagioclasas, en el que está asociado al feldespato cálcico, que es la Anortita. Los feldespatos intermedios entre los dos anteriores son de más a menos sódicos; Oligoclasa, Andesina, Labrador y Bytownita.

La Albita es un mineral poco abundante encontrándose sólo en las rocas ígneas ácidas, es decir, granitos, sienitas y dioritas, en forma de filones y a veces de diques, como en la zona de Lugo Norte en San Cosme de Barreiros, donde se explota a cielo abierto para su uso en la fabricación de cerámica.

EL SODIO EN LAS AGUAS MINERALES

Los minerales de Sodio se disocian iónicamente en el agua, por lo cual suele ser uno de los constituyentes inorgánicos fundamentales disueltos en el agua subterránea y en la del mar, asociado al cloro, al bicarbonato y al sulfato. En el agua subterránea su concentración depende de la disponibilidad del elemento Sodio en los minerales que se encuentren en el trayecto subterráneo que ha recorrido; pero además está relacionada con la solubilidad de esos minerales sódicos y de la existencia de otros elementos, de la temperatura del subsuelo y de la presión donde se encuentran esos minerales sódicos.

El mineral sódico más soluble es la Halita, por el que el sodio puede alcanzar un contenido en el agua con un pH de 7 de 360.000 mg/L

En el mineral aluminosilicato de la Albita se produce un proceso de descomposición con una disolución incogruente, pues parte de sus componentes pasan al estado líquido y otro al estado sólido, Caolinita:

$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (sólido) + H_2CO_3 + $9/2 \text{H}_2\text{O}$ à Na^+ + HCO_3^- + $2\text{H}_4\text{SiO}_4$ + $1/2 \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (sólido).

Esta reacción de carbonatación se produce cuando la Albita, que se puede encontrar formando parte de los feldespatos de un granito, entra en contacto con aguas de origen meteórico que contienen ácido carbónico. Este ácido procede del aporte de anhídrido carbónico de la atmósfera al agua de lluvia y en mucha mayor proporción del agua infiltrada, cuando estuvo en contacto en la superficie del terreno que tenía materia orgánica rica en carbono, procedente de materia vegetal en descomposición. Estas aguas bicarbonatadas sódicas pueden tener un circuito subterráneo en el que alcanzan gran profundidad en la corteza terrestre y entonces son termales.

Se definen como aguas cloruradas o bicarbonatadas sódicas las que contienen más de 1 gr/L de esos iones. Cuando tienen más de 14 gr/L de cloruro sódico, o bien más de 5,5 gr/L de sodio y 8,5 gr/L de cloruro se las denominan en balneoterapia como «sole» .

Las aguas cloruradas proceden de esorrentía o de manantiales de aguas subterráneas que tienen contacto con formaciones evaporíticas, que suelen tener estratos de Sal Gema y también en algunos casos esas surgencias salinas proceden de la intrusión de aguas de mar, que circulan por grandes fracturas que comunican con la fuente y muchas veces han alcanzado grandes profundidades del terreno por lo cual son termales y tienen una concentración salina superior y una composición química diferente del agua del mar.

ELSODIO EN LAS AGUAS MINEROMEDICINALES NATURALES

Las aguas mineromedicinales son aquellas con probado efecto terapéutico o preventivo sobre el organismo y que se pueden administrar en bebida o cura hidropínica, por vía tópica o balneación y por vía respiratoria o inhalación (SAN JOSÉ ARANGO, 2001).

En el presente artículo vamos a tratar el ión sodio, que forma parte de la mineralización predominante en las aguas mineromedicinales naturales y ver sus características terapéuticas.

El ión sodio se encuentra en disolución en diversos tipos de aguas mineromedicinales naturales, que contienen este elemento mineral procedente de los terrenos geológicos ricos en sodio, que atraviesan en su acumulación en los acuíferos y hasta la surgencia o manantial.

Vamos a considerar, las características crenoterápicas (término derivado del griego crenos que significa fuente o manantial) de las aguas que contienen sodio, como las clorurado-sódicas, las bicarbonatado-sódicas y las sulfatado-sódicas, que son todas ellas en las que el sodio se encuentra en mayor proporción.

No se conocen efectos farmacológicos propios del sodio. Las acciones locales, así como en la absorción de las sales de sodio, tales como el cloruro sódico, el carbonato sódico y el sulfato sódico se diferencian claramente unas de otras, Por lo tanto las expon-dremos en apartados separados.

AGUAS CLORURADAS SÓDICAS

Son aquellas cuyo contenido total en iones cloruro y sodio sobrepasa el gramo por litro.

Pueden aparecer en una variada concentración, desde las hipotónicas, isotónicas, débilmente hipertónicas y las hipertónicas propiamente dichas o «sole», según terminología alemana aceptada universalmente, con una mineralización superior a 14 g/L de cloruro sódico, o bien que superen los 5,5 gr/L de ión sodio y 8,5 de ión cloruro.

Estas agua «sole» no son indicadas para cura hidropínica, ya que en bebida, su elevada concentración salina produciría un estímulo en el revestimiento cutáneo mucoso por el elevado efecto osmótico, que conduciría inmediatamente al reflejo del vómito. Se aplican únicamente para baños e inhalaciones.

En bebida solamente se pueden utilizar las hipotónicas, isotónicas y las débilmente hipertónicas.

Las aguas mineromedicinales clorurado-sódicas con escaso contenido total en sales minerales contienen frecuentemente una mayor proporción en diversos iones, sobre todo los cationes calcio y magnesio, y como aniones el carbonato y el sulfato.

Además no es excepcional que algunos componentes farmacodinámicamente significativos (como el hierro, el radón, el azufre...), sobrepasen el contenido mínimo característico y modifiquen los efectos terapéuticos.

MECANISMOS DE ACCIÓN SOBRE EL ORGANISMO DE LAS AGUAS «SOLE»

Las aguas «sole» en **aplicaciones tópicas de balneación** pertenecen a las aplicaciones crenoterápicas más comunes.

Debido a la presión osmótica de este tipo de soluciones salinas hipertónicas, produce un incremento en la elución o pérdida de las sustancias que componen la piel. Un ejemplo claro de este fenómeno de elución, lo constituye la pérdida de gran parte del ácido urocánico, que en condiciones normales actúa como protector de la piel frente a los rayos solares, por lo que tras la balneoterapia con este tipo de aguas, se produciría un aumento de la sensibilidad cutánea a los rayos ultravioleta.

Se ha demostrado que el tratamiento con baños de aguas «sole» produce una serie de estímulos cutáneos que originan una serie de reacciones vegetativas que actuarían sobre las funciones de diversos sistemas orgánicos.

Así, destacaríamos un incremento de la secreción corticosteroidea y del metabolismo del nitrógeno, un efecto normalizador del tono neurovegetativo y del aparato circulatorio, así como una disminución de la excitabilidad nerviosa y, en su conjunto, indicios de una mejoría en ella.

Cabe destacar que los baños «sole» estimulan y prolongan la eritropoyesis que tiene lugar en los climas de altitud. También se produce, tras una serie de baños de este tipo, un aumento significativo de la fosfatasa alcalina en el suero del agüista.

Para el **tratamiento inhalatorio** de las vías respiratorias profundas se utilizan aguas «sole» con un contenido de ClNa (cloruro sódico) hasta del 3 %, en forma de inhalación difusa en sala, formándose partículas de menos de 5 micras que flotan en el aire. A concentraciones mayores del 3 % producen fenómenos irritativos sobre la mucosa respiratoria. Por otra parte, se ha comprobado clínicamente el efecto reductor del estímulo de la tos, expectorante y fluidificante de las secreciones de las inhalaciones con aguas clorurado-sódicas.

Por regla general se recomiendan tratamientos paralelos de las inhalaciones, con baños en aguas «sole» y gimnasia respiratoria.

En **cura hidropínica** se utilizan aguas clorurado-sódicas de menor concentración que las «sole». Esta aguas hipo-, iso- y débilmente hipertónicas destacan por contener como iones predominantes el sodio y el cloruro, que a su vez son los iones que dominan cuantitativamente en el plasma y el líquido intersticial. Dichos iones determinan significativamente la presión osmótica en el líquido extracelular. Por ello tienen un significado decisivo en la regulación de su contenido acuoso y electrolítico. (Gutenbrunner y Hildebrandt. 1994).

En lo referente al catión sodio cabe destacar que el cuerpo humano tiene un contenido medio de 60 mmol de sodio por kilogramo de peso. Solamente el 70 % de esta cantidad total (aproximadamente 3000 de los 4200 mmol) se conoce como sodio intercambiable. El resto permanece ligado a la materia cristalina de los huesos. La masa principal del sodio del organismo (97,6%) se encuentra en el espacio extracelular, al contrario del potasio, el cual está contenido en un 90% en el espacio intracelular.

El contenido plasmático del sodio está regulado de forma estricta, con escasas variaciones en sus límites (138-146 mmol/L). Las pérdidas de sodio, por ejemplo por el sudor, vómitos o diarreas se pueden reponer fácilmente, ya que existe un equilibrio de difusión entre las áreas de repartición del sodio intercambiable.

De todas formas, en sujetos ancianos se encuentran en un 20% casos de clara hiponatremia y en circunstancias de enfermedad esta cifra puede aumentar hasta un 40%. Estos casos de hiponatremia aparecen por igual en ambos sexos. Con la edad, la repartición del agua del organismo entre los espacios intra- y extracelular se desplaza, viéndose desfavorecido el espacio intracelular, lo que significa una limitación en la capacidad de regulación del contenido acuoso y electrolítico.

Las necesidades mínimas de aporte de sodio al organismo no se conocen exactamente. El empleo diario medio de sodio en el adulto está comprendido entre los 86 y los 130 mmol.

La Sociedad Alemana para la Nutrición (1991) establece como suficientes, en condiciones de vida normales, unas cantidades diarias de sodio en combinación con cloruro de 5 g. (Gutenbrunner y Hildebrandt. 1994).

El sodio se absorbe solamente en una pequeña proporción en el estómago. Principalmente su absorción se lleva a cabo en el intestino delgado. El grado de absorción depende de la concentración en la luz de dicho órgano, Se trata de un proceso de absorción activa, por lo que el sodio puede ser transportado también en contra de un gradiente electroquímico.

Por razones de presión osmótica la absorción de sodio está ligada a un cierto intercambio de agua, resultante siempre de las dos partes contrarias de fluidos.

El ion cloruro es el principal responsable del efecto hipertensor de la sal común. Ya en el año 1929 diversos autores establecieron que el sodio solamente actúa como hipertensor cuando va ligado al cloruro. Este hallazgo ha sido corroborado en investigaciones recientes.

AGUAS BICARBONATADO-SÓDICAS

Son las que tienen un predominio de aniones bicarbonato y cationes sodio en su composición química.

Las aguas bicarbonatado-sódicas, al ser administradas por vía oral, neutralizan la acidez gástrica, comportándose como antiácidos sistémicos. Tradicionalmente se han denominado, por este motivo, aguas alcalinas. Pero, actualmente, se considera que la reacción que tiene lugar, especialmente en las de alto contenido en ácido carbónico, que es como habitualmente se presentan en la naturaleza, no necesitan necesariamente ser alcalina. De todas formas, estas aguas tienen una gran disposición para unirse a ácidos. De la combinación de un ácido débil con una base fuerte se deriva un fuerte potencial tampón sobre los ácidos libres.

Estas aguas bicarbonatado-sódicas se presentan en la naturaleza, debido a su escasa solubilidad, generalmente en concentraciones no muy altas. Otros iones alcalinos, aparte del sodio, aparecen por regla general en menor concentración en estas aguas, que en escasas ocasiones presentan contenidos de potasio y litio significativos. También pueden contener cantidades apreciables de hierro, sobre todo las que tienen contenidos altos en ácido carbónico.

MECANISMO DE ACCIÓN SOBRE EL ORGANISMO DE LAS AGUAS BICARBONATADO-SÓDICAS

Los efectos terapéuticos relevantes de una cura con aguas bicarbonatadas sódicas se comprueban a partir de un contenido de bicarbonato de 1,3 g/L.

En el estómago el bicarbonato se une a los ácidos libres en cantidades equivalentes. Por lo tanto, las aguas bicarbonatado-sódicas se pueden emplear en los casos de hipersecreción gástrica para rebajar el contenido ácido del estómago. Las concentraciones mínimas de bicarbonato efectivas son, según la experiencia clínica, de 1,5 g/L. (Gutenbrunner y Hildebrandt. 1994)..

Los excesos alcalinos se neutralizan, por una parte, en el estómago con una nueva secreción gástrica, y por otra parte en el intestino, de manera que el valor del pH gástrico se restablece rápidamente.

Así, la contención duradera de los valores ácidos, incluido el periodo de ingesta, sólo se puede conseguir cuando se administran oralmente pequeñas cantidades de estas aguas repetidas a lo largo del día.

Un significado terapéutico de especial importancia lo presentan los hallazgos que indican que mediante el empleo de estas aguas de forma continuada en periodos largos de cura no sólo mejoran los problemas de hipersecreción ácida gástrica, sino también los de hipoacidez. El mecanismo íntimo de acción de este curioso fenómeno lo constituiría un efecto normalizador y de adaptación de los procesos reguladores de la secreción gástrica.

ACCIONES METABÓLICAS

La reserva alcalina sanguínea se incrementa tras la ingestión de las aguas bicarbonatado-sódicas durante varias horas, pero vuelve después a sus valores normales mediante la eliminación urinaria del exceso básico.

El incremento de la reserva alcalina producido por este tipo de aguas resulta beneficioso en los pacientes con diabetes mellitus, que tienden a la acidosis debido al aumento de producción de cuerpos cetónicos. En consecuencia, se pueden observar durante las curas hidropínicas con aguas bicarbonatadas disminuciones en la eliminación urinaria de cuerpos cetónicos y acetaldehidos. En experimentos llevados a cabo en animales se ha demostrado que con la administración de álcalis se incrementa el efecto de la insulina, así como los depósitos de glucógeno y el catabolismo oxidativo de los hidratos de carbono.

Estos efectos terapéuticos se han podido poner también en evidencia recientemente tanto en sujetos sanos como en enfermos diabéticos.

Las curas hidropínicas con aguas bicarbonatado-sódicas son beneficiosas en los casos ligeros o de mediana intensidad de diabetes mellitus (independientemente del tipo de la enfermedad), mientras que en los casos de alto grado de déficit insulínico debe de prescribirse concomitantemente la insulina de sustitución. Las curas hidropínicas serían, en estos últimos casos una mera terapéutica coadyuvante.

Las aguas bicarbonatado-sódicas presentan una acción favorable en el metabolismo de las purinas, aumentando la movilización y eliminación de ácido úrico, con descenso en los niveles séricos de ácido úrico. En el hombre se han comprobado incrementos significativos en la eliminación de ácido úrico por la orina de cerca del 50% en el curso de la tercera semana de cura hidropínica con aguas bicarbonatado-sódicas.

Una consideración terapéutica de importancia en la prescripción de curas hidropínicas con aguas bicarbonatado-sódicas en las hiperuricemias es el aumento de la solubilidad de los ácidos úricos en la orina para compensar el riesgo de formación de cálculos.

ACCIONES TERAPÉUTICAS SOBRE EL RIÑÓN Y LAS VÍAS URINARIAS

La ingestión de cantidades significativas de sodio en las curas hidropínicas con aguas bicarbonatado-sódicas actúa, en un primer momento, disminuyendo la cantidad efectiva de orina, en comparación con la ingestión de aguas no mineralizadas. Esta disminución urinaria inicial se compensa con el incremento en la diuresis que sigue.

El riñón tiene una gran capacidad eliminadora de bicarbonato. De esta forma, mediante las curas hidropínicas de aguas bicarbonatado-sódicas se eleva significativamente el pH sanguíneo, con lo cual se puede incluso sobrepasar el valor neutral durante el día.

Los ácidos débiles se encuentran fuertemente disociados en la orina alcalina, y de esta manera se pueden eliminar más rápidamente. El cambio de pH urinario hacia la alcalinidad favorece, por tanto, la eliminación de ácidos débiles disociados, conociéndose este efecto como «difusión no iónica». De este fenómeno se puede obtener un efecto terapéutico en las intoxicaciones con ácidos débiles (por ejemplo con barbitúricos), aunque hasta el momento no se han empleado las aguas mineromedicinales en este sentido.

En el tratamiento con curas de bebida de la formación de cálculos de oxalato, el principio que acabamos de describir es de gran importancia práctica a la hora de incrementar la actividad barrera de la orina contra la formación de dichos cálculos, mediante un incremento en la eliminación de ácidos débiles.

La capacidad de disolución en la orina de ácidos úricos y cistina, que aumenta con la alcalinización de su pH, tiene un considerable significado terapéutico en la profilaxis y tratamiento de la formación de cálculos urinarios.

La alcalinización de la orina en los procesos inflamatorios de las vías urinarias adquiere significación terapéutica por la neutralización del ambiente ácido inflamatorio. Pero debe de tenerse en cuenta que con la alcalinización de la orina, si se sobrepasan los valores neutrales de pH, se favorece el crecimiento de bacterias E. Coli.

AGUAS SULFATADO-SÓDICAS

Se consideran aguas sulfatadas las que tienen un predominio de anión sulfato. Son todas las aguas minerales naturales con una mineralización superior a 1 gramo por litro, cuyo contenido equivalente de iones sulfato supone por lo menos un 20%. (Gutenbrunner y Hildebrandt. 1994).

Pueden formar parte en su composición química otros aniones como los cloruros y los bicarbonato, que en cantidades suficientemente altas hace que se las considere como sulfatadas mixtas.

Por **via oral**, las aguas sulfatadas sódicas se comportan fundamentalmente como purgantes osmóticos salinos.

EFFECTOS DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES SULFATADAS SOBRE EL APARATO DIGESTIVO

Las aguas sulfatadas muy concentradas pueden conducir a una hiperemia de la mucosa gástrica debido al estímulo químico local.

Por la difícil absorción de los iones de sulfato, las aguas mineromedicinales sulfatadas impiden, mediante su presión osmótica, la absorción intestinal del agua de su disolución. A mayor concentración se impide también la absorción de los iones fácilmente difundibles.

Por ello, pueden ser utilizadas en el tratamiento de intoxicaciones y como evacuadores del contenido intestinal. El mecanismo de tal acción purgante es de tipo osmótico, ya que los aniones sulfato y los cationes sodio retienen agua en la luz intestinal con el fin de isotonizar su contenido hipertónico,

EFFECTOS DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES SULFATADAS SOBRE LA VESÍCULA BILIAR

En curas hidropínicas tienen también una destacable acción colagoga, El mecanismo íntimo de tal acción se debe a la liberación de colecistoquinina por la mucosa duodenal, que produciría una contracción de la vesícula biliar, con salida de la bilis al intestino.

BIBLIOGRAFÍA

- Aires-Barros, L., «Alteração e Alterabilidade de Rochas». I.N.I.C., 1991. Lisboa.
- Amelung, W.; Hildebrandt, G. (1985). «Balneologie und medizinische Klimatologie». Springer Verlag. Berlin, Hilderberg.
- Gutenbrunner, C.; Hildebrandt, G. (1994). «Handbuch der Heilwasser-Trinkuren». Sontag Verlag. Stuttgart.
- Krauskoph, Konrad. «Introduction to Geochemistry». 1979. Second Edition. McGraw-Hill. U.S.A.
- Martínez Strong, P., Pérez Mateos, J. y García Bayón-Campomanes, P. «Mineralogía Descriptiva.» Tomos I y II, C.S.I.C.,1973. Madrid.
- Matti Tolonen. Trad. Bernabé Sanz Pérez. «Vitaminas y minerales en la salud y la nutrición». 1995. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Rios, J.M. «Materiales Salinos del Suelo Español». I.G.M.E.1963. Madrid.
- San José Arango, Carmen. «Hidrología Médica y Terapias Complementarias». Universidad de Sevilla. (2001). Sevilla.

LA ECONOMÍA ESPAÑOLA Y LOS CAMBIOS EN EUROPA: DE LA CECA AL TRATADO DE LISBOA¹

DR. D. EUGENIO ULL PONT

Académico de Número de la Real Academia de Doctores de España

Esta Jornada forma parte del conjunto de intervenciones organizadas por la Sección de Ciencias Políticas y de la Economía, dentro del Plan general de la RADE. En ella, está previsto dos intervenciones. Una corresponde al doctor Juan Iranzo, referida a los aspectos económicos. Contamos con su autorizada palabra en la materia. Su intervención será «el plato fuerte» de este encuentro.

A mi me corresponde la modesta labor de recordar los aspectos institucionales de la Unión Europea y, particularmente, sobre los cambios y significado que comporta el llamado Tratado de Lisboa.

1. ETAPAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA

El inicio formal comienza con el discurso de Robert Schuman, ministro francés de asuntos exteriores, pronunciado el 9 de mayo de 1950.

Es el comienzo de un plan de cooperación con Alemania, para superar los enfrentamientos bélicos del pasado. Plan abierto a la adhesión de otros Estados, que se traduce en la participación de seis Estados.

A nuestro propósito recordamos del discurso de Robert Schuman, la afirmación de que:

«L'Europe ne se fera pas d'un coup, ni dans une construction d'ensemble : elle se fera par des réalisations concrètes, créant d'abord une solidarité de fait. Le rassemblement des nations européennes exige que l'opposition séculaire de la France et de l'Allemagne soit éliminée : l'action entreprise doit toucher au premier chef la France et l'Allemagne»²

¹ Texto de la conferencia pronunciada por el doctor académico don Eugenio Ull Pont, en la Biblioteca Marqués de Valdecilla, el día 10 de marzo de 2010.

² «Europa no se hará de una vez ni en una obra de conjunto: se hará gracias a realizaciones concretas, que creen en primer lugar una solidaridad de hecho. La agrupación de las naciones europeas exige que la oposición secular entre Francia y Alemania quede superada, por lo que la acción emprendida debe afectar en primer lugar a Francia y Alemania.»

Esta forma funcional y progresiva es lo que ha permitido ir avanzando, no sin dificultades, en realizaciones concretas que vayan alcanzando de facto una cohesión y solidaridad.

Este era el camino que se seguía, con una progresiva integración, hasta que se truncó con la admisión de nuevos miembros, que ponían condiciones y excepciones a lo que hasta entonces era compartir unánimes las reglas comunes del «Club de los Seis»

Así empezó la frustración, que puede llevar al fracaso de la Unión. No desconocemos que en esas etapas que consideramos negativas, hubo logros, sobre todo económicos. Logros que también habrían podido conseguirse, en más o menos tiempo, sin ceder a la pervisión de los objetivos de sus fundadores. Situación actual que, en nuestra opinión lleva al desastre final.

Intentaré desarrollar mi exposición sin demasiadas complejidades, para que el proceso acaecido sea lo más diáfano y esquemático posible, teniendo en cuenta la pluralidad del auditorio.

Las estas etapas, desde los orígenes hasta la UE del Tratado de Lisboa, recordadas sumariamente, suponen hasta el presente los siguientes hitos, representados en sucesivos Tratados y en la ampliación del número de Estados participantes:

2. ETAPA DE LOS SEIS

2.1. La CECA

Los Seis países de referencia, Francia, la República Federal de Alemania, Italia, Bélgica, Holanda y Luxemburgo, crean la Comunidad Europea del Carbón y el Acero, **el 18 de abril de 1951**

Estaba organizada con las siguientes instituciones:

1. La **Alta Autoridad**, primer organismo supranacional, compuesta por nueve miembros. Es la precursora de la Comisión Europea.
2. La **Asamblea**, compuesta por miembros designados por los parlamentos nacionales. Su equivalente, es el Parlamento Europeo.
3. Un **Consejo de Ministros**, formado por ministros de los seis integrantes. A su semejanza se crea el Consejo de la Unión Europea.
4. Una **Corte de Justicia** supranacional, encargada de zanjar eventuales litigios. Es la precursora del Tribunal de Justicia de la Unión Europea.

2.2. CEE y EURATOM

Los mismos SEIS países, firman en Roma la creación de la Comunidad Económica Europea (CEE) y de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) **el 25 de marzo 1957**

Tras la ratificación de los Tratados de Roma por los Parlamentos de «los Seis», entraron en vigor el 1 de enero de 1958.

2.3. Se aprueba la fusión de los órganos ejecutivos de la CEE, CECA y EURATOM el 8 abril 1965

Los Estados miembros de las 3 Comunidades Europeas existentes, (la CECA, la EURATOM y la CEE) suscriben el **Tratado de fusión** de las Comunidades Europeas, o **Tratado de Bruselas**, por el que se crean una sola Comisión Europea y un solo Consejo Europeo para las tres Comunidades. Hasta entonces cada una de las Comunidades tenía por separado sus propios órganos, con el nuevo acuerdo se simplifica la organización y coordinación de las mismas.

3. LA CEE CON 3 NUEVOS MIEMBROS (9 EE)

3.1. Ingreso de el Reino Unido, Irlanda y Dinamarca

La CEE pasa a tener **9 Estados** desde el **1 enero 1973**.

3.2. Creación del SME

Se toma el acuerdo de crear un Sistema Monetario Europeo (SME), y el ECU como futura moneda común, en **Julio 1978**, que entra en vigor en **marzo de 1979**.

4. LA CEE PASA A TENER 12 MIEMBROS

4.1. Ingreso de Grecia.- Es el décimo Estado de la CEE desde el **1 enero 1981**.

4.2. Ingreso de España y Portugal.- Con ello pasan a ser **12 Estados**, desde el **1 enero 1986**.

5. AVANCES INTEGRADORES DE LOS DOCE

5.1. Acta Única Europea de 17 febrero 1986

Por ella reforma por primera vez el Tratado de Roma y la CEE pasa a llamarse Comunidad Europea.

Su gran impulsor fue el socialista Jacques Delors, presidente de la Comisión Europea (1985-1995). Para Delors *«El Acta Única es, en una frase, la obligación de realizar simultáneamente el gran mercado sin fronteras, más la cohesión económica y social, una política europea de investigación y tecnología, el reforzamiento del Sistema Monetario Europeo, el comienzo de un espacio social europeo y de acciones significativas en materia de medio ambiente»*.

En el terreno institucional, consagra la existencia del *Consejo Europeo*, es decir, la reunión periódica de Jefes de Estado y de Gobierno, como el organismo donde tienen lugar las grandes negociaciones políticas entre los estados miembros y se toman las grandes decisiones estratégicas.

La principal medida quedaba recogida en el siguiente artículo: *«la comunidad adoptará medidas encaminadas al progresivo establecimiento del mercado único durante un período que concluirá el 31 de Diciembre de 1992... (lo que significará) un área sin fronteras en el que el libre movimiento de bienes, personas, servicios y capital esté asegurado»*. Esta ambiciosa aspiración, concretada en 282 medidas concretas, fue ampliamente alcanzada en el plazo previsto. El mercado común se hacía una completa realidad.

Para conseguir el objetivo de una mayor cohesión económica y social entre los diversos países y regiones de la Comunidad se acordó la reforma y el *apoyo financiero* a los denominados Fondos estructurales (Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrícolas (**FEOGA**), Fondo Social Europeo (**FSE**) y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (**FEDER**), ya creado en el Tratado de Roma.

5.2. Tratado de la Unión Europea —TUE— suscrito en Maastricht el 7 febrero 1992

A partir de este Tratado se constituye la Unión Europea, establecida efectivamente por los miembros de la Comunidad Europea (CE) el 1 de noviembre de 1993, cuando entró en vigor el Tratado.

El TUE otorgó la Ciudadanía europea a los ciudadanos de los Estados miembros de la Unión. También se intensificaron los acuerdos aduaneros y sobre inmigración, relajando los controles fronterizos con el fin de permitir a los ciudadanos europeos una mayor libertad para vivir, trabajar o estudiar en cualquiera de los estados miembros.

Se acuerda: a) la Unión Económica y Monetaria, b) la Política Exterior y de Seguridad Común (**PESC**) y c) la cooperación en asuntos de Justicia e Interior.

5.3. Mercado Único Europeo

Desde el 1 enero 1993, se implanta el Mercado Único Europeo, con libre circulación de mercancías, servicios y capitales.

5.4. Nace la Unión Europea (UE)

El 1 noviembre 1993, al entrar en vigor el Tratado de Maastricht, se constituye formalmente la Unión Europea.

6. LAS UE DE LOS QUINCE

6.1. Ingreso en la UE de Suecia, Finlandia y Austria

Al ingresar estos países el 1 de enero de 1995, la UE está constituida por **15 Estados**.

6.2. Tratado de Ámsterdam de 2 de octubre de 1997

Fue aprobado por el Consejo Europeo de Amsterdam entre el 16 y 17 de junio de 1997 y suscrito por los ministros de Asuntos Exteriores de los Quince países miembros de la Unión Europea el 2 de octubre de 1997.

Tras haber sido ratificado por todos los Estados miembros, según sus propias normas constitucionales entró en vigor el 1 de mayo de 1999.

Este Tratado (TA) no sustituye a los tratados anteriores, sino que se les añade pues su finalidad era la de modificar ciertas disposiciones del Tratado de la Unión Europea, y de los Tratados constitutivos de las Comunidades Europeas suscritos anteriormente en París y Roma (CECA, EURATOM y CEE)

El texto del Tratado no es fácilmente inteligible ni para los ciudadanos, ni, incluso, para los expertos jurídicos, económicos y políticos que deben aplicar sus normas. Es extenso y complejo, compuesto de tres partes, un anexo y trece protocolos. Esta tradición negativa, llegará hasta nuestros días, parece que para evitar oposición a los acuerdos del establecimiento.

Algunos de sus logros fueron:

- a) Se afirma que la Unión Europea se basa en los principios de libertad, democracia, respeto de los derechos humanos y de las libertades fundamentales y del Estado de Derecho.
- b) Principio de no discriminación y de igualdad de oportunidades por motivos de sexo, de origen racial o étnico, religión o convicciones, discapacidad, edad u orientación sexual como una de las directrices básicas de la política de la UE.
- c) Se refuerzan las garantías de protección de los datos personales.
- d) Compromiso para establecer progresivamente un espacio de libertad, de seguridad y de justicia común.
- e) Libre circulación de las personas, control de las fronteras exteriores, asilo, inmigración y cooperación judicial en materia civil, en un proceso gradual de varios años.
- f) Los Acuerdos y el Convenio de Schengen de 26 de marzo de 1995, quedan incluidos en el Tratado.
- g) Cooperación policial y judicial en materia penal (racismo y xenofobia, terrorismo, tráfico de drogas y armas, trata de seres humanos y delitos contra los niños, corrupción y fraude)

- h) Desarrollar el concepto de ciudadanía europea; intervención comunitaria en la lucha contra el desempleo, el respeto del medio ambiente y la protección de los consumidores, y derecho de todos los ciudadanos a acceder a los documentos de las instituciones de la UE y a comunicarse con ella en cualquiera de las lenguas oficiales.
- i) En política exterior y de seguridad común (PESC) puesta en marcha por el Tratado de Maastricht, se crea el cargo conocido como «Sr. PESC», nombrando en 1999 a Javier Solana, ex-secretario general de la OTAN, para este puesto. Su principal función es la de personificar en un cargo concreto la aún naciente política exterior y de seguridad de la Unión.
- j) Como objetivos a largo plazo, la adopción de una política de defensa común y la futura integración de la Unión Europea Occidental (UEO).
- k) Se ampliaron las competencias del Parlamento europeo, y se introdujeron algunas reformas en el funcionamiento de la Comisión y el Consejo de la UE, se reforzaron las funciones del Tribunal de Cuentas, del Comité Económico y Social y del Comité de las Regiones.
- h) Se abre la posibilidad de que un grupo de países que quieran ir más lejos de lo previsto en los Tratados en la integración en diversos aspectos, puedan hacerlo en el marco de la Unión Europea. («cooperación reforzada»). Se trata en definitiva de que el ritmo de la integración no lo marquen los países más reacios a la integración. Es decir, una «Europa de distintas velocidades».
- i) Conscientes de las grandes limitaciones en que incurría el Tratado, y de la insuficiencia de las reformas institucionales acordadas ante posibles ampliaciones de la Unión, se acordó la convocatoria de una Conferencia intergubernamental (CIG), para hacer una revisión general de las instituciones de la Comunidad.

6.3. Tratado de Niza de 26 febrero 2001

En este Tratado, con fuerte debate, en el que los intereses nacionales primaron sobre los de la Unión, se acuerda por los Quince una reforma del reparto de poder en la UE y prevén ampliar dicha reforma mediante futuras Conferencias Intergubernamentales (CIG), para adaptarse a una UE ampliada hacia los países del Este. Acuerdan simplificar y clarificar el siguiente Tratado.

Los principales acuerdos recogidos en el Tratado, se refieren a la reforma del Tratado de la Unión Europea, de los Tratados constitutivos de las Comunidades Europeas y algunas otras normas de la Unión.

Se desató una polémica exacerbada por el reparto de votos en el Consejo entre países «grandes» y «pequeños». La pugna entre España y Portugal, fue el elemento que engendró más tensiones en la cumbre.

Por el acuerdo final, el reparto de votos entre miembros actuales y futuros fue el siguiente: 29 votos a los «cuatro grandes», Alemania, Francia, Reino Unido e Italia. Se man-

tiene la paridad entre Francia y Alemania pese a que Alemania tiene mucha más población. España obtuvo 27 votos, y Polonia también 27 a su ingreso en 2004. Los demás países obtienen votos progresivamente menores hasta alcanzar los 3 votos que obtiene Malta.

Esta nueva distribución entró en vigor el 1 de enero del 2005 en el caso de los miembros actuales y para los nuevos países cuando ingresaron en la Unión.

El sistema de mayorías y minorías permitía tres vías distintas para bloquear cualquier decisión del Consejo:

1. Al alcanzar la Unión 27 miembros el total de votos en el Consejo es de 345. Se fija el umbral de la mayoría cualificada en 255 y se establece una minoría de bloqueo en 88 votos. Esto significa que tres países «grandes» y uno «pequeño» podrán siempre bloquear cualquier decisión.
2. Nunca se podrá aprobar una propuesta por mayoría cualificada cuando haya una mayoría simple de Estados que se oponga.
3. Se establece la «cláusula de verificación demográfica». Consiste en que para conseguir una mayoría se necesita que los Estados que apoyen la propuesta reúnan, al menos, el 62% del total de la población de la Unión.

Conforme a este Tratado el Parlamento Europeo se compondría de 732 escaños, en lugar de los 626 precedentes. Alemania contaría con 99 diputados, 72 los otros «grandes», y España y Polonia tendrían 50. Los escaños en el Parlamento sirvieron para compensar las disparidades en el reparto de votos en el Consejo.

También se modifica la composición de la Comisión y el nombramiento y poderes de su Presidente. Se refuerzan los poderes del Presidente de la Comisión, que, en adelante, sería aprobado por mayoría cualificada, no por unanimidad como ahora, y cuyo nombramiento sería sometido a la aprobación del Parlamento Europeo. Previamente es designado por los Gobiernos de los Estados miembros y después sometida su candidatura a la aprobación por el Parlamento.

El Presidente de la Comisión designa a los Comisarios de acuerdo con los Gobiernos de los Estados miembros. Distribuyendo entre ellos las correspondientes responsabilidades políticas particulares. Los candidatos a Comisario, tras una serie de audiencias individuales ante las comisiones parlamentarias, se someten como órgano, junto con el Presidente, a la aprobación del Parlamento Europeo.

A partir de 2004, los países que tenían dos comisarios (Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y España) pasaron a tener uno. Desde que la Unión tiene 27 miembros, se decidió «por unanimidad» que 30 sería el número definitivo de comisarios, pero con los 27 países serían en un número inferior a 27. Para ello se diseñaría un sistema de rotación «igualitaria», de manera que la composición de la Comisión refleje de forma satisfactoria el peso demográfico de los miembros y las diversas zonas geográficas europeas. En este tema, uno de los grandes terrenos de batalla entre «grandes» y «pequeños», no se ha podido alcanzar una solución definitiva. La solución actual ha sido un Comisario por cada Estado miembro, excepto el Estado propio de la nacionalidad del Presidente de la Comisión. En este caso Portugal.

Para dar más facilidad en tomar acuerdos, se reduce el número de asuntos en los que se requiere la unanimidad, y aumenta el número de temas, unos cuarenta, esencialmente de carácter técnico, en los que las decisiones se toman por mayoría cualificada.

Se limita la posibilidad de que algunos países decidan ir más deprisa en asuntos relacionados con la integración (la «**Europa de dos velocidades**»), exigiendo que sean como **mínimo 8 países** miembros los que opten por iniciar una «**cooperación reforzada**». Este acuerdo condiciona la posibilidad de que dos o tres Estados de la UE puedan tomar desde el seno de la misma un acuerdo federal entre ellos.

Por último, en la **Declaración sobre el futuro de la Unión** que se publicó como un anexo al Tratado de Niza se acuerda a propuesta de Alemania, celebrar una nueva cumbre de los países miembros para el año 2004. En ella se trataría de ir más allá de lo conseguido en Niza, para delimitar de forma precisa las competencias de la Unión y de los estados miembros basándose en el principio de subsidiariedad; el papel de los parlamentos nacionales en la construcción europea; la simplificación y clarificación de la compleja maraña legislativa en que se han convertido los Tratados y el estatuto legal de la Carta de Derechos Fundamentales proclamada al inicio de la cumbre de Niza.

Con animo de superar los acontecimientos, en diciembre del 2001 el Consejo de la Unión reunido en Laeken (Bélgica) adoptó una Declaración sobre el futuro de la Unión Europea, conocida como la **Declaración de Laeken**, que supuso un paso adelante en el proceso de integración. Se trataba de dotar a la UE de la redacción de **una Constitución de la Unión**, texto que la hiciera más democrática, más transparente, más eficaz y más unida.

7. IMPLANTACIÓN DEL EURO

Como sucesor de la unidad de cuenta «ecu», a partir del 1 enero 2002, el «euro» entra en circulación en doce de los quince Estados, actualmente en dieciséis.

Corresponde mejor al doctor Iranzo, tratar sobre este tema.

8. PROYECTO DE CONSTITUCIÓN PARA LA UE

8.1. Convención europea, para una «Constitución»

Desde el 28 febrero 2002 comienza a funcionar la Convención Europea, presidida por Valéry Giscard d'Estaing.

8.2. Proyecto de Tratado para una Constitución

En Junio 2003 la Convención presenta el proyecto de Tratado que llaman Constitución para la UE.

8.3. Primer fracaso del proyecto

En Diciembre 2003 se reúne la cumbre de Bruselas, pero no se aprueba el proyecto Constitucional por oponerse España y Polonia al sistema de doble mayoría del nuevo tratado constitucional y piden mantener la fórmula de Niza.

9. LA UE INCORPORA OTROS 10 ESTADOS (25)

9.1. Ingreso de diez nuevos Estados

En **1 mayo 2004**, ingresan en la UE la República Checa, Hungría, Polonia, Eslovaquia, Eslovenia, Lituania, Letonia, Estonia, Chipre y Malta. Con ellos la UE suma **25 Estados** miembros.

Como vemos, no resuelto aún el problema de la reforma del T. de Niza, con el fracaso del proyecto T. Constitucional, se amplía el «Club», con diez nuevos miembros. En mi opinión debió esperarse a resolver las cuestiones pendientes. ¿Imprudencia o maldad?

10. ACUERDOS DE LOS VEINTICINCO

10.1. Sistema de «doble mayoría»

En Junio 2004, los Veinticinco acuerdan el sistema de «doble mayoría»: para las decisiones del Consejo Europeo. Podrán adoptarse con el voto de el 55% de Estados que representen al 65% de población.

10.2. Tratado por el que se establece una Constitución para Europa

El proyecto final es firmado por los veinticinco, en Roma el **29 octubre 2004**. Hay que esperar las ratificaciones correspondientes.

10.3. Fracaso de la ratificación del Tratado

El NO del referéndum francés de 29 mayo 2005 y el posterior NO de Los Países Bajos, acaba con la viabilidad de TC.

En consecuencia, hasta que el 1 de diciembre de 2009 que entra en vigor el Tratado de Lisboa, sigue vigente el Tratado de Niza.

11. ÚLTIMA AMPLIACIÓN DE LA UE CON 2 ESTADOS (SUMAN YA 27)

11.1. Ingreso el 1 enero 2007, de Bulgaria y Rumanía

Con ello, hasta el presente la UE pasa a tener **27 Estados** miembros.

11.2. A la busca de soluciones por el fracaso de la «Constitución»

Fracasada la mal llamada «Constitución», no hay previstas alternativas y se plantean varias soluciones.

El **25 marzo 2007**, en el 50 aniversario del Tratado de Roma, los 27 aprueban la «Declaración de Berlín» sobre los valores, principios, metas y objetivos de la UE. Y al mes siguiente, el **22 junio** la cumbre de la UE acuerda el mandato para negociar un nuevo tratado más reducido que la Constitución. Finalmente el **19 octubre 2007**, se aprueba el texto del Tratado de Lisboa.

Es un texto complejo y difícil incluso para expertos, de lo cual ya hay precedentes. Deliberadamente, es prácticamente es difícil de interpretar. De cara a la galería se prescinde de símbolos y apariencias de Constitución, pero no sus contenidos, que siguen utilizándose a conveniencia (bandera, himno, etc.)

Por otra parte, por el Tratado de Niza se pedía simplificación futura, algo que no se cumple, ni en el Tratado fallido, y menos en éste.

11.3. Firma y ratificaciones del nuevo Tratado

El 13 de diciembre de 2007, se suscribe en Lisboa por Los Veintisiete el nuevo Tratado. Se ratifica por vía parlamentaria, eludiendo la ratificación popular, salvo Irlanda que requiere un referéndum por mandato constitucional, para salvaguardar principios de su Constitución.

Formalmente, se sigue el mismo procedimiento de los anteriores Tratados, presentado como un Tratado de reforma del TUE y el TCE. Este último pasa a llamarse Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE), pasando la Unión Europea a sustituir a la Comunidad Europea, que desaparece, refundido todo en UE.

12. EL NO Y EL SI DE IRLANDA, AL TRATADO DE LISBOA

12.1. El NO y el SI de Irlanda

Con una pirlueta jurídica el NO inicial de Irlanda, en un segundo referéndum se transforma en SI.

El 12 de junio de 2008 Irlanda dijo NO (el 53,4 %), a un tratado de 269 páginas más unas 3000 páginas de protocolos anexos y declaraciones diversas, excluyendo o limitando el alcance del Tratado, respecto a tal o cual Estado. Se comprende lo complicado que resulta su interpretación. Y, por supuesto, una muestra más de la deriva disgregadora, respecto al proyecto fundacional.

Culminado el NO, el principio de unanimidad exige llegar a otros acuerdos, pues este texto debe considerarse muerto. Pero la desfachatez de los políticos de las oligarquías europeas, pretenden que se repita el referéndum irlandés, hasta que salga el SI. En este sentido, expresamente se expresa el Presidente de Francia, señor Sarkozy.

Con tal finalidad se ofrecen a Irlanda avales de respeto a la legislación irlandesa en materia de derecho de familia, aborto y de matrimonio homosexual, seguridad y justicia.

Se repite la consulta el 2 de octubre de 2009, con mayoría del SI, (67%), resultado conseguido entre engaños, amenazas y con las garantías referidas, avales de garantía incierta.

La garantía ofrecida dice que **«Nada de lo que confiere estado legal a la Carta de Derechos Fundamentales de la Unión Europea en el Tratado de Lisboa o en las disposiciones del Tratado en lo referido a la libertad, la seguridad y la justicia afecta en medida alguna el campo de aplicación del amparo del derecho a la vida... estipulado en la Constitución de Irlanda».**

Firmadas las ratificaciones de Chequia y Polonia y el Tratado entró en vigor. Chequia se había comprometido a firmar, cuando ratificara Irlanda. En cuanto a Polonia, las objeciones de inconstitucionalidad del Tratado respecto a las normas de este Estado, planteadas por su Presidente, fueron apeadas por su Tribunal constitucional.

Después de la firma de estos dos Estados, cuyos Parlamentos ya había ratificado el Tratado de Lisboa entra en vigor el 1 de diciembre. Efectivo desde el 1 de enero de 2010..

12.2. Reflexión sobre el SI de Irlanda

Fracasado el Tratado para una Constitución europea, para evitar posibles referendos negativos, el nuevo Tratado de Lisboa se ratifica por vía parlamentaria, sin contar con la soberanía de los pueblos de la Unión, salvo Irlanda, que como acabamos de exponer, por imperativo legal convocó un referéndum, en el que ganó el NO. Se practica un segundo referéndum de lo mismo, y se consigue el SI.

Nos encontramos en el planteamiento del segundo referéndum irlandés, ante tres situaciones posibles que cuestionan la legitimidad de los resultados:

- a) **El texto sometido a votación no ha variado.**- Si se repite el referéndum, por que el precedente era negativo, ¿Es lícito y democrático? Si hubiera vuelto a salir negativo, ¿convocar otro, hasta que salga positivo...? ¿Es esto democracia?
- b) **El texto sometido ha variado.** Si se modifican las condiciones de adhesión, ¿No es un «nuevo Tratado», pues altera el conjunto precedente? Si se ha introducido un nuevo Protocolo o Anexo, conforme al artículo 51 del propio Tratado, aquel forma parte integrante del Tratado.³

En tal caso debió someterse el nuevo texto a ratificación de los 26 Estados restantes. ¿Se hizo así?, No pues peligraba que aparecieran nuevos obstáculos en la petición de nuevas ratificaciones ¿Es esto democracia?

En todo caso el aval es insuficiente, pues solo se refiere a la Carta.

³ TUE, texto consolidado, art. 51 (art. IV-442).

- c) **Se promete a Irlanda lo que pide pero no se modifica el texto** y/o se trata de amedrentar al pueblo con un futuro incierto. Me remito al supuesto primero. ¡Más de lo mismo! ¡Un engaño!

Juzgue el lector por si mismo.

Es operativo el nuevo Tratado por decisión política, no democrática.

13. CONTENIDO DEL TRATADO DE LISBOA

El Tratado de Lisboa, el cuarto en la historia de la UE, resuelve la última y más difícil reforma institucional de la Unión, que deja atrás nominalmente el fallido proyecto de la Constitución para Europa, con el mismo contenido esencial, pero muchas de sus disposiciones son difíciles de localizar en el nuevo texto, algo creemos que es algo deliberado, para dificultar su comparación.

En opinión de José M. de Areilza, que compartimos, *«el nuevo texto contiene casi todas las novedades de la Constitución europea y que no tiene nada de reforma de mínimos...la utilización de un lenguaje oscuro es una decisión deliberada para disimular sus contenidos y desincentivar debates públicos y referendos.» «...reforma institucional al gusto de Berlín y París, con algunas mejoras en las políticas comunes europeas y no un Big Bang europeo...la adopción del Tratado de Lisboa... debe ser recordada, como uno de los hitos menos ejemplares de la integración europea.»*⁴

Por razones de espacio y tiempo, hemos de sintetizar al máximo las referencias al contenido de este Tratado. Por otra parte, como es un texto de reforma de los tratados sobre la TUE y la CE, el texto consolidado de dichos Tratados, con las modificaciones incorporadas, servirá mejor para entenderlo, pero no mucho mejor.

Las principales novedades se refieren al Medioambiente y a la Energía. El primer supuesto trata sobre la contaminación y el cambio climático. Respecto a la energía se busca una solidaridad entre los Estados miembros y una interconexión de recursos.

El Preámbulo se inicia con una referencia críptica o vergonzante a la base cristiana de la cultura y libertades de Europa, en los mismos términos que el fallido Tratado para una Constitución (TC), afirmando que *«RESUELTOS a salvar una nueva etapa en el proceso de integración europea.....», «INSPIRÁNDOSE en la herencia cultural, religiosa y humanista de Europa, a partir de la cual se han desarrollado los valores universales de los derechos inviolables e inalienables de la persona, así como la libertad, la democracia, la igualdad y el Estado de Derecho,»*⁵

Las instituciones de la Unión, expresamente reconocidas en el art. 13 del TUE reformado son las siguientes:

- El Parlamento Europeo,

⁴ ABC de 14 de diciembre de 2007.

⁵ TUE, pág. 51 Salvo indicación expresa, al referirnos al TUE, se trata de el texto consolidado, reformado conforme a las disposiciones del Tratado de Lisboa.

- El Consejo Europeo,
- El Consejo,
- La Comisión Europea (denominada en lo sucesivo «Comisión»),
- El Tribunal de Justicia de la Unión Europea, (antes Tribunal de J. de las Comunidades)
- El Banco Central Europeo, que se institucionaliza, y
- El Tribunal de Cuentas., también institucionalizado.

En los Tratados se establecen nuevas cesiones de soberanía estatal. Y se reducen el número de acuerdos que exigen la unanimidad.

Es imposible en nuestro propósito actual, ofrecer un estudio exhaustivo del TL y sus consecuencias.

Veamos a continuación los contenidos principales⁶:

- a) La UE tendrá personalidad jurídica única.⁷
- b) Establece un presidente estable de la Unión elegido por un período de dos años y medio, renovable una vez (5 años). Se elige al primer ministro de Bélgica, **Herman Van Rompuy**, que entra a serlo efectivo desde el 1 de enero de 2010.
- c) También se crea el cargo de Alto Representante de la Unión para Asuntos Exteriores y la Política de Seguridad, que será al mismo tiempo vicepresidente de la Comisión Europea y tendrá a sus órdenes un servicio de acción exterior. Se evita denominarle ministro de Asuntos Exteriores, como lo hacía el T. para una Constitución, evitando connotaciones semánticas con la idea de «Constitución». Se elige para el cargo a la inglesa señora **Baroness Ashton Headshot**.
- d) Nuevo sistema para el cálculo de la mayoría cualificada en la toma de decisiones.
- e) La «doble mayoría» se aplaza hasta el 1 de noviembre de 2014 para satisfacer a Polonia, que obtiene otras garantías
- f) Desaparece el veto en 40 ámbitos de acción suplementarios, incluidos el asilo, la inmigración y la cooperación policial y judicial.
- g) Nuevo mecanismo automático de colaboración reforzada en la cooperación policial y judicial en materia penal. En el T. de Niza se requería la participación de al menos 8 Estados. Este número mínimo se eleva a 9 en el presente Tratado. Y ¿si son menos Estados, que consecuencias tiene? Lo veremos después.

⁶ Los fines de la Unión se describen en el art. 3 del TUE, texto que procede casi en su totalidad del TC. Vid. nuestro Anexo I.

⁷ TUE art. 47 y TC art. I-7.

- h) El tamaño de la Comisión Europea se reducirá de los 27 actuales a un máximo de dos tercios del número de estados miembros, a partir de 2014. Con los componentes actuales, su número será de 18 Comisarios.
- i) Aumento del poder de codecisión o colegislación del Parlamento Europeo, con el Consejo de la Unión. Es una concesión ampliando sus competencias al único órgano de representación democrática. Se limita el número de parlamentarios a 750, más el presidente, repartidos entre los Estados miembros, según población, con un mínimo de 6 escaños y un máximo de 96.⁸
- j) Mayor papel de los Parlamentos nacionales (alerta sobre legislación y competencias, art. 12 TUE)
- k) Reconocimiento de la iniciativa popular: un millón de ciudadanos pueden pedir a la Comisión que proponga una medida legislativa⁹. Igual que en los supuestos i) y j), es una concesión a las apariencias democráticas de difícil aplicación. Por otra parte, remitida en cuanto a «procedimientos y las condiciones preceptivas, quedan pendientes de fijarse, de acuerdo con el TFUE, art. 21, párrafo primero.
- l) Competencias de la UE y principio de subsidiaridad.

Las competencias de la UE, obviamente son las que tiene atribuidas en los Tratados. Y es de la misma obviedad, que las no atribuidas, corresponden a los Estados. En el Tratado de Lisboa se hace referencia expresa, e insistente en varios artículos, a este principio haciendo constancia de que las competencias pueden ser:

- Exclusivas de la UE, delimitadas «por el principio de atribución».¹⁰
- Exclusivas de los Estados. Son toda competencia no atribuida a la UE¹¹
- Compartidas. En tal supuesto la UE intervendrá «*en virtud del principio de subsidiaridad*», en el «*caso de que ...los objetivos de la acción pretendida no puedan ser alcanzados de manera suficiente por los Estados miembros....*».

A nuestro parecer, este principio puede ser el pretexto para ampliar de facto competencias no cedidas por los Estados.¹²

Por otra parte se reafirma la elasticidad del principio de subsidiaridad, respecto al ejercicio de la UE de competencias de los Estados.¹³

m) Expresamente ahora se reconoce la posibilidad de los Estados de abandonar la Unión.

⁸ Art. 14 TUE, que procede del art. I-19 del TC.

⁹ TUE, art. 11.4.

¹⁰ TUE, art. 5.1. (I-11 del TC).

¹¹ TUE, arts. 4.1. y 5.2.

¹² TUE, art. 5.3.

¹³ Vid. Art. 5 TUE, pag 55 o.c. y Protocolo sobre la aplicación de los principios de subsidiaridad y proporcionalidad, oc. Pág. 192.

14. CARTA EUROPEA DE DERECHOS FUNDAMENTALES

La Carta ocupaba toda la parte II del Tratado constitucional, con la denominación de «Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión». Se compone de un Preámbulo y 7 Títulos, referidos respectivamente a Dignidad, Libertades, Igualdad, Solidaridad, Ciudadanía, Justicia y Disposiciones generales que rigen la interpretación y la aplicación de la Carta.¹⁴

En el Tratado de Lisboa no figura la Carta, pero incluye una mención en el artículo 6 (art. I-9) del Tratado de la Unión, que señala su carácter vinculante con el mismo valor jurídico que los Tratados.¹⁵

En el mismo artículo se dispone que «La Unión se adherirá al Convenio Europeo para la Protección de los Derechos Humanos y de las Libertades Fundamentales».

Se dispone también que los derechos garantizados por este Convenio «y los que son fruto de las tradiciones constitucionales comunes a los Estados miembros formarán parte del derecho de la Unión como principios generales.» A mi parecer esto último tiene relevancia respecto a excepciones invocadas por determinados Estados, por ejemplo si relacionamos el art. 7 con el art. 2 del TUE.

El Reino Unido obtiene importantes aclaraciones y restricciones en la aplicación de la Carta a su territorio, lo mismo que Polonia, e Irlanda.

15. CONSIDERACIONES SOBRE LA «INTEGRACIÓN DIFERENCIADA»

El concepto de Integración diferenciada, conforme lo define Carlos Closa Montero, del CSIC, supone «una pluralidad de formas de cooperación y/o integración en la que no participan todos los Estados...»

Este mismo autor describe los **esquemas conceptuales teóricos** siguientes de integración diferenciada:

- «Núcleo duro (vanguardia)»;
- «Círculos concéntricos»;
- «Geometría variable»;
- «Europa a varias velocidades», y
- «Europa a la carta», como un menú; de «pertenencia selectiva».

A esta clasificación añade los «**Esquemas reales en la UE**»:

¹⁴ Tratado por el que se establece una Constitución para Europa. Ed. Comunidades Europeas, 2004, págs. 47 a 60 (versión en español).

¹⁵ Tratado de Lisboa, ed. preparada por J. Martín y Pérez de Nanclares, y Mariola Urrea Corres. Editado por Real Instituto Elcano y Marcial Pons, Madrid 2008, pág. 56. Vid. Anexo II, con el texto del art. 6.

- a) «Exclusión voluntaria (**op-out**)», no participación manifestada expresamente por un Estado miembro;
- b) «Cooperación reforzada», entre al menos 9 Estados — art.328.1 y 333.1 T. Lisboa;
- c) «Cooperación orientada o acelerador»;
- d) «Discrecional (**op-in**), es decir me excluyo pero me reservo poder participar si me conviene»;
- e) «Cooperación estructurada permanente»;
- f) «Integración funcional en paralelo» y concurrentes con los fines de la UE.
 - ¿Esto es bueno o malo?: El mal principal puede ser el «Gorroneo (**free-riding**)» o aprovechamiento de ventajas por parte de Estados que no han contribuido
 - Puede ser un bien, porque: no frena avances, cuando falta la unanimidad; y acomoda diversidad y pluralidad de los 27 EE.

16. LA «COLABORACIÓN REFORZADA

16.1. La «Colaboración reforzada in UE

En nuestro estudio, nos parece de interés referirnos a las colaboraciones reforzadas, en el ámbito de los Tratados, y después, como muestra de las disfunciones posibles, a la colaboración reforzada, prescindiendo de la UE y su normativa.

El TUE dedica el Título IV a las «Disposiciones sobre las cooperaciones reforzadas». Dicho Título contiene el art. 20 del Tratado, con 4 apartados, y es reproducción del art. I-44 del TC.

En el T. de Niza, se requería la participación de 8 Estados, y en el TC, como ahora, 9 Estados como mínimo para tramitar tal cooperación.¹⁶

16.2. Colaboración reforzada out UE

Un ejemplo de colaboración reforzada prescindiendo de la UE es el Tratado de Prüm.. Para nosotros es una muestra de desviación del camino inicial de Europa, que puede llevar a resultados desintegradores.

- El Tratado de Prüm fue firmado por Alemania, Austria, Benelux, España y Francia, el 27 de mayo de 2005, al margen de la UE, por ser 7 Estados y Niza requería 8. (días antes del referendun francés y Holandés sobre el T. Constitucional) Se han sumado recientemente Italia y Finlandia. Pretenden «la Europa de los resultados», evitando formalidades. Ahora son 9, ¿Qué pasa?

¹⁶ Vid. en Anexo III, el texto del Título IV del TUE.

- Sus objetivos son *»la profundización de la cooperación transfronteriza, en particular en materia de lucha contra el terrorismo, la delincuencia transfronteriza y la migración ilegal»*
- Con la estratagema de ser menos de 9 Estados, evitan la cláusula de último recurso de la EU.

17. DOS CONCLUSIONES SOBRE EL TRATADO DE LISBOA

- Un método eludiendo todo debate democrático, impuesto por el *establishment* de los Estados.
- Un contenido que sigue las orientaciones precedentes: modifica los 2 Tratados, el TUE, que es el de Maastrich, modificado por Amsterdam y Niza, y el TCE, que es el de Roma y sus modificaciones (ahora TFUE)
- Más del Tratado fallido, pero más críptico, ilegible, opaco y difícil. Esconde los símbolos, pero los conserva.
- Para J. Martín y Pérez de Nanclares (R.I. Elcano) el T.L. nos lleva a una Europa a la carta, más que una Europa a diferentes velocidades o de geometría variable. Opinión que compartimos. ¿Gulliver o Peter Pan?

El T de L. ya necesita reforma

- Fue concebido antes de la crisis, con vocación de permanencia. Por su fecha de elaboración, requerirá nuevos retoques, ante los nuevos desafíos de la globalización y de la crisis económica.
- Aparte de nuevas demandas, sobrevenidas; su texto es vulnerable.
- Veamos por ejemplo lo que dispone el art. 63.1 del TFUE, artículo que no es nuevo: *«Quedan prohibidas todas las restricciones a los movimientos de capitales entre Estados miembros y entre Estados miembros y terceros países.»*
- Lo mismo dice respecto a los pagos el art. 63.2. Si se restringen todas las restricciones a la libre circulación de capitales, ¿cómo se controlará el sector financiero?

18. LA UE EN EL AÑO 2017

- Antonio Estella, de la cátedra Jean Monnet, de la U. Carlos III, en un Working Paper, publicado por el Real Instituto Elcano, basándose en a) ampliación con nuevos miembros, b) grado de diversidad, c) aumento de heterogeneidad de intereses, d) delegación de competencias soberanas, nos presenta los siguientes escenarios probables:
 1. Extinción de la UE
 2. Geometrías variables

3. statu quo
4. Integración creciente con geometrías variables
5. Integración creciente sin geometrías variables
6. Unión Política

No podemos desarrollar contenidos, pero recomendamos su lectura

Personalmente creemos que volveremos a constituir una zona de libre cambio, desandando parte de los progresos conseguidos. Y el origen de esta regresión nos parece que arranca en 1º de enero de 1973. La Europa política está lejos de alcanzarse.

ANEXOS

ANEXO I - Artículo 3 TUE (antiguo artículo 2 TUE y I-3 TC)

1. *La Unión tiene como finalidad promover la paz, sus valores y el bienestar de sus pueblos.*

2. *La Unión ofrecerá a sus ciudadanos un espacio de libertad, seguridad y justicia sin fronteras interiores, en el que esté garantizada la libre circulación de personas conjuntamente con medidas adecuadas en materia de control de las fronteras exteriores, asilo, inmigración y de prevención y lucha contra la delincuencia.*

3. *La Unión establecerá un mercado interior. Obrará en pro del desarrollo sostenible de Europa basado en un crecimiento económico equilibrado y en la estabilidad de los precios, en una economía social de mercado altamente competitiva, tendente al pleno empleo y al progreso social, y en un nivel elevado de protección y mejora de la calidad del medio ambiente. Asimismo, promoverá el progreso científico y técnico.*

La Unión combatirá la exclusión social y la discriminación y fomentará la justicia y la protección sociales, la igualdad entre mujeres y hombres, la solidaridad entre las generaciones y la protección de los derechos del niño.

La Unión fomentará la cohesión económica, social y territorial y la solidaridad entre los Estados miembros.

La Unión respetará la riqueza de su diversidad cultural y lingüística y velará por la conservación y el desarrollo del patrimonio cultural europeo.

4. *La Unión establecerá una unión económica y monetaria cuya moneda es el euro.*

5. *En sus relaciones con el resto del mundo, la Unión afirmará y promoverá sus valores e intereses y contribuirá a la protección de sus ciudadanos. Contribuirá a la paz, la seguridad, el desarrollo sostenible del planeta, la solidaridad y el respeto mutuo entre los pueblos, el comercio libre y justo, la erradicación de la pobreza y la protección de*

los derechos humanos, especialmente los derechos del niño, así como al estricto respeto y al desarrollo del Derecho internacional, en particular el respeto de los principios de la Carta de las Naciones Unidas.

6. La Unión perseguirá sus objetivos por los medios apropiados, de acuerdo con las competencias que se le atribuyen en los Tratados.

ANEXO II - Artículo 6

(El 6.1. corresponde al TL y los otros dos proceden del TC fallido)

1. La Unión reconoce los derechos, libertades y principios enunciados en la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea de 7 de diciembre de 2000, tal como fue adaptada el 12 de diciembre de 2007 en Estrasburgo, la cual tendrá el mismo valor jurídico que los Tratados.

Las disposiciones de la Carta no ampliarán en modo alguno las competencias de la Unión tal como se definen en los Tratados.

Los derechos, libertades y principios enunciados en la Carta se interpretarán con arreglo a las disposiciones generales del título VII de la Carta por las que se rige su interpretación y aplicación y teniendo debidamente en cuenta las explicaciones a que se hace referencia en la Carta, que indican las fuentes de dichas disposiciones.

2. La Unión se adherirá al Convenio Europeo para la Protección de los Derechos Humanos y de las Libertades Fundamentales. Esta adhesión no modificará las competencias de la Unión que se definen en los Tratados.

3. Los derechos fundamentales que garantiza el Convenio Europeo para la Protección de los Derechos Humanos y de las Libertades Fundamentales y los que son fruto de las tradiciones constitucionales comunes a los Estados miembros formarán parte del Derecho de la Unión como principios generales.

ANEXO III – Artículo 20 TUE

TÍTULO IV

DISPOSICIONES SOBRE LAS COOPERACIONES REFORZADAS

Artículo 20

1. Los Estados miembros que deseen instaurar entre sí una cooperación reforzada en el marco de las competencias no exclusivas de la Unión podrán hacer uso de las instituciones de ésta y ejercer dichas competencias aplicando las disposiciones pertinentes de los Tratados, dentro de los límites y con arreglo a las modalidades contempladas en el presente artículo y en los artículos 326 a 334 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea.

La finalidad de las cooperaciones reforzadas será impulsar los objetivos de la Unión, proteger sus intereses y reforzar su proceso de integración. Las cooperaciones reforzadas estarán abiertas permanentemente a todos los Estados miembros, de conformidad con el artículo 328 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea.

2. La decisión de autorizar una cooperación reforzada será adoptada por el Consejo como último recurso, cuando haya llegado a la conclusión de que los objetivos perseguidos por dicha cooperación no pueden ser alcanzados en un plazo razonable por la Unión en su conjunto, y a condición de que participen en ella al menos nueve Estados miembros. El Consejo se pronunciará con arreglo al procedimiento establecido en el artículo 329 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea.

3. Todos los miembros del Consejo podrán participar en sus deliberaciones, pero únicamente participarán en la votación los miembros del Consejo que representen a los Estados miembros que participan en una cooperación reforzada. Las modalidades de la votación se establecen en el artículo 330 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea.

4. Los actos adoptados en el marco de una cooperación reforzada vincularán únicamente a los Estados miembros participantes. Dichos actos no se considerarán acervo que deban aceptar los Estados candidatos a la adhesión a la Unión.

LA ESCALERA TRANSITIVA EN EL CONSUMO

DR. D. JOSÉ VILLACÍS GONZÁLEZ

Académico Correspondiente de la Real Academia de Doctores de España

Una escalera siempre es una ordenación

RESUMEN

La historia del análisis microeconómico sobre el consumo ha pasado por una serie de fases como son la teoría de las utilidades, las curvas de indiferencia, la preferencia revelada. En el fondo parten de dos bases de análisis: una es la utilidad misma que sigue un consumidor racional y hedonista. La otra es la valoración subjetiva de la naturaleza de los bienes y de la cantidad.

En este trabajo lo que importará es la combinación de dichos bienes. O sea, la manera de ordenar los bienes que el consumidor realiza en el consumo, lo que significa la forma en que están colocados. Desde el principio se parte de la ignorancia total sobre esa combinación, y que el sujeto se ve obligado a realizarlas todas, y elegir la que mejor prefiera. En ningún momento se intenta medir la utilidad, sino a preferir una combinación a otra, y establecer una escalera de preferencias.

Dicha escalera deberá estar sujeta a unas premisas analíticas importantes: matemáticas y económicas, para que sea coherente. La coherencia la proporciona su inevitable y directo carácter transitivo.

Palabras clave: preferencias, combinación, permutaciones ordinarias, transitivo, menú, lote, elección.

1. INTRODUCCIÓN

Los consumidores cuentan con unos bienes, a cuya simple consideración cuantitativa y a su naturaleza, le llamamos lote o universo de bienes. Estimamos que el sujeto los habrá elegido por su naturaleza, y que en dicho lote no se encontrarán bienes que no sean de su agrado. Tampoco se encontrarán en el lote bienes fraccionados, sino enteros o completos y nunca repetidos.

En consecuencia, todos los bienes podrán ser dispuestos para el consumo según criterios de colocación, de forma que sea posible elegir entre ellos, (permutaciones ordinarias), aquella combinación que sea preferida a las demás. Esta tarea supone que cada consumidor habrá elaborado todas las combinaciones de bienes, y habrá establecido toda una serie de preferencias. También supone un coste subjetivo que tampoco intentamos evaluar. Esa organización de menús basados en combinaciones de bienes representa una cadena de preferencias. A esa cadena la llamaremos la *escalera transitiva* y que define a este trabajo.

Otro de los condicionantes esenciales, o sacrificios de laboratorio tolerables, para la confección de una escalera transitiva de preferencias, consiste en admitir que no existen ni siquiera dos combinaciones que sean igualmente preferidas. De esta forma evitamos construir una escalera que tengan varios peldaños *inútiles* en el mismo nivel.

Construir la escalera es equivalente al coste de subirla. El coste de subirla es la tarea de confeccionar todas las combinaciones y después establecer todas las relaciones de preferencias. No se mide monetariamente.

En este trabajo no aparece el dinero. Se verá que la mayoría de las veces, casi todas, es preferible asumir ese coste de confeccionar todas las combinaciones y establecer una relación de preferencias, a renunciar al mismo en favor del azar o de una lotería.

El término de combinación implica un orden en el consumo de tipo temporal y de la clase de los bienes, según se disponen. Es un término que se usará en adelante, y que se refiere a todas las combinaciones posibles, con la intervención de todos los bienes sin que ninguno se repita. A esta área matemática se la conoce con el nombre de *permutaciones ordinarias*, y a ella nos referiremos cuando hablemos de combinación. Esta tarea consiste en contar todas las combinaciones.

A lo largo de este artículo hay argumentaciones que se repiten pero adquieren un significado especial según el apartado en que se encuentren.

2. EL PROTAGONISTA

El protagonista del acto del consumir es el consumidor individualmente considerado. Esta afirmación implica las siguientes afirmaciones.

1. El consumidor es el único testigo de su actividad y de su placer. El placer no se intenta medir.
2. No habrá un *ogro filantrópico* que imponga al consumidor los bienes que deberá consumir. Esta afirmación significa que:

Nadie decidirá o elegirá o preferirá, más que el consumidor.

2.2. El conjunto de bienes, como grupo: naturaleza y cantidad, son elegidos por el consumidor.

2.3. El sujeto tampoco se dejará llevar por la dictadura invisible de la costumbre. Esta afirmación deriva a dos conclusiones:

- 2.3.1. El consumidor será libre respecto a sus elecciones y preferencias del pasado, y en cada momento su inteligencia y voluntad, se encontrará libre y limpia de experiencias pasadas.
- 2.3.2. El consumidor será libre de las actitudes y decisiones *forasteras*, o sea de las preferencias manifestadas por otros individuos.
- 2.3.3. El sujeto no intenta medir el placer, lo que significa que jamás podrá verse perturbado porque no alcance a medirlo. En consecuencia, su única tarea consiste en la preferencia.

El consumidor contará con una serie de bienes y actuará de forma hedonista, o sea que siempre buscará el placer, y para lograrlo, actuará siempre racionalmente. En consecuencia no se presentarán obstáculos marginales que perturben el conocimiento y la racionalidad de los sujetos que se mueven en la búsqueda del placer. Esta afirmación son las condiciones de un laboratorio para un experimento científico.

La teoría de la utilidad carecía de fundamento experimental y de solidez objetiva, de modo que preferimos trabajar con un criterio pragmático y algebraico *de preferencia* diciendo que tal bien, por ejemplo el A, es preferido al B y lo formulamos: APB.

Más adelante definiremos lo que es un bien o agrupación de bienes. Diremos que un bien es aquello escaso, que satisface una necesidad, que es deseado y preferido por los consumidores y que por tanto genera un placer.

El objeto, o bien, en este trabajo vendrá definido por un combinación específica de bienes.

Una vez que el sujeto entra en el juego de la elección, establecerá una cadena de preferencias que serán una línea lógica transitiva en un orden racional y hedonista.

3. EL UNIVERSO DE BIENES

Suponemos que los sujetos se encuentran con una serie de bienes sin que importe la renta ni la forma en que se haya gastado en adquirirlos. De esos bienes se conoce su naturaleza interna y el número de que se dispone. Consideramos que ninguno de ellos se repite y tampoco se fraccionan en partes

A esos bienes que dispone el consumidor para consumirlos le llamamos el lote de los bienes, y ese es el universo máximo y mínimo con que cuenta. En el experimento que tratamos se deberá cumplir que:

1. Jamás podrán entrar otros bienes que no sean los del menú.
2. La actitud de los consumidores es independiente, lo que quiere decir que no se verá afectada por la actitud o acción de otro consumidor.
3. También descartamos perturbaciones aleatorias que perturben la acción racional y cognitiva en el consumo.

4. Los bienes representan cantidades discretas y no continuas.
5. Las cantidades serán finitas.
6. Los bienes representarán a unidades enteras y no fraccionadas.

Esos bienes, de este modo descritos, serán consumidos por el consumidor. La forma en que lo haga se describen en los siguientes apartados.

El consumo de todos y cada uno de los bienes por un consumidor, no limita el consumo por otros sujetos de los bienes del lote. Esto significa que todos y cada uno dispone de su universo de bienes o lote.

4. LA AGRUPACIÓN Y LA EXISTENCIA DE BIENES

Los bienes que se consumirán tienen un ciclo vital que comprende su nacimiento y su extinción, y ambas realidades se desarrollan siempre en grupo. Para explicarlo mejor debemos pasar por dos etapas cognitivas:

1. Los bienes existen una vez que aparecen en la cesta de bienes del consumidor. En este sentido diremos que adquieren vida. Este es el lote como grupo indiferenciado de bienes sobre el que el sujeto va a ejercitar una serie de actividades, la elección, que nacerán con su conocimiento y disposición, y que culminarán en el consumo y en el placer.

El sujeto consumirá todo el lote de bienes. Esta actividad es coherente con el suministro de bienes ya que han llegado a petición del consumidor, y esta petición es la que da vida a las palabras mencionadas: *los bienes existen una vez que aparecen en la cesta de bienes del consumidor. Es el consumidor el que les da vida.*

Los bienes siempre serán elegidos en grupo y consumidos sucesivamente dentro de dicho grupo de forma sucesiva. Esta afirmación equivale a decir que la primera tarea que realizará el consumidor es la de agrupar los bienes, después, establecer una combinación especial y por último la construcción vertical de una escala de preferencias.

La combinación de los bienes es necesaria para conocer cuál es la mejor combinación de bienes.

Para poder elegir entre combinaciones, es fundamental entender que cada combinación es una agrupación y que cada agrupación pueda entender como un bien. Puesto que hay varias combinaciones en consecuencia habrá varios bienes.

No es posible entender en cada agrupación a los bienes separados sino previamente agrupados en una combinación específica. Cada agrupación será entendida como un bien, de tal forma que habrá tantos *bienes* como combinaciones haya. Esto nos permitirá escoger entre una serie de bienes sin complicaciones cognitivas .

5. ORDINAL Y ORDENACIÓN

Empezaremos por una cuestión semántica y conceptual. La palabra ordenación tiene dos significados, uno específico en matemáticas y otro en economía.

En matemática se refiere a la colocación en una serie temporal de los elementos de un conjunto. Si ese conjunto A está constituido por n elementos, estos se podrán agrupar de forma diversa: el primero, el segundo, el tercero, etc. Ese es el término de ordenación, y que conceptual y semánticamente, se encuentra bajo el área de la disciplina matemática llamada generalmente como *combinatoria*. El área restringida que aquí tratamos dentro de la combinatoria, es el de *permutaciones ordinarias*. En consecuencia, el término *orden* se refiere a disposición, colocación, combinación. Un ejemplo: un sujeto puede consumir primero café, después postre y después cigarro. O bien, empezar por el postre, segundo el postre, etc... Este es el término de ordenación en matemáticas.

En economía, en especial en la teoría microeconómica sobre el consumo, el término ordinal se refiere a la actividad subjetiva del consumidor de preferir y por tanto, elegir un elemento, un bien, a otro bien y de asignarle un índice ordinal de preferencia. De esta forma se puede formar una cadena de preferencias que permite colocar a los bienes en una escala ordinal. El término ordinal se entiende como orden en la preferencia, u orden en las elecciones. En el anterior ejemplo se puede decir que se prefiere la combinación (postre, café y cigarrillos) a otra como: (cigarrillo, café y postre). En microeconomía se vincula un número ordinal (no cuantitativo) a cada combinación de bienes y desde allí se organiza una ordenación.

En un diccionario, el término de ordenar, significa colocar o situar elementos de acuerdo con un orden, y este término vale para cualquier argumento. Veremos como el término matemático de orden, al final, concluye con el término económico ordinal y se complementan. Esta complementariedad conceptual exige entrar primero en la actividad de combinar y después en la de seleccionar.

6. COMBINACIÓN

La idea de combinación significa colocar o disponer los elementos, en nuestra realidad los bienes del lote, en un orden específico. Puesto que hay varias formas de ordenarlos, habrá que contar todas las formas en que se pueden ordenar o colocar.

¿Por qué debemos combinar y contar todas las combinaciones posibles? porque el consumidor obtendrá una utilidad o placer en el consumo de cada combinación de bienes, aunque no intente ni pueda medirlas. Pero si que podrá preferir una combinación a otra combinación, y por tanto será necesario calcular o contar previamente todas las combinaciones.

Deberá conocer todas las combinaciones, porque de esta forma podrá elegir la mejor entre todas, y definir de esta forma el equilibrio del consumidor. En otras palabras, la elección implica la sabiduría del consumidor, y la sabiduría se refiere a todo tipo de elección posible, la cual proviene del conocimiento de todas las combinaciones posibles.

Por lo tanto, el equilibrio del consumidor vendrá determinado por aquella combinación que sea preferida entre todas las demás.

En nuestro ejemplo partimos de las siguientes premisas:

1. Todos los bienes se combinan.
2. Cada uno se consume íntegramente en un orden determinado. No vale, por ejemplo, el consumo de una parte ahora, por ejemplo: $1/5$ y la otra parte después, $4/5$, ya que hemos excluidos los números fraccionarios.
3. En la relación combinación utilidad debe cumplirse estas dos afirmaciones:
 - 3.1. Cada combinación determinará un nivel de utilidad y solo uno. No habrá dos o más combinaciones que generen el mismo nivel de utilidad.
 - 3.2. No habrá dos niveles de utilidad generados por una misma combinación.
4. Las utilidades no se miden pero si que es posible evidenciarlas por criterios de preferencias y por tanto se las vincula con un orden.

7. PERMUTACIONES ORDINARIAS Y MENÚS

Dentro de la disciplina de las combinaciones trabajaremos con las permutaciones ordinarias porque son las que se ajustan al caso que tratamos en las que intervienen todos los bienes, solamente esos bienes, ninguno se repite y no se contemplan fracciones.

El consumidor combinará todos los bienes: n , del lote o universo de bienes, o conjunto universal, de todas las formas posibles sin que ninguno se repita.

Por tanto:

$$P_n = n (n-1) (n-2) \dots 1$$

Se mide por el producto de los n primeros números *naturales*, en nuestro caso número de bienes, y que se representa por $n!$

$$P_n = n!$$

Como hemos indicado $n!$ es un número *natural* que sirve para contarlos elementos del conjunto de todas esas combinaciones posibles.

Este tratamiento combinatorio es fértil en el análisis, ya que permite un tratamiento total en las posibilidades de elección del consumidor, porque realiza un escrutinio exhaustivo de todas las posibilidades en el consumo. Si por ejemplo consume solamente 4 bienes, el podrá realizar $4!$ combinaciones, esto es: $4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 24$ combinaciones.

Comentario:

Insistimos en la aclaración de que por conveniencia semántica llamamos *combinaciones* a las permutaciones ordinarias.

8. MENÚ Y ESCALERA

Un cliente en un restaurante estudia primero una relación de menús y después elige el que mejor placer le reporte. El menú viene representado por todas las combinaciones donde entran todos los bienes. En nuestro caso es el consumidor el que elabora el menú, ciertamente todos los menús posibles, y después prefiere a uno entre todos: este será el menú óptimo y es el que define al equilibrio del consumidor.

Cada combinación de bienes, o sea cada disposición de bienes en el consumo, o cada ordenación de bienes, define a un menú. En consecuencia la carta del menú que él ha elaborado se haya compuesta de $n!$ menús.

En nuestro ejemplo del apartado anterior, con 4 bienes, habrá confeccionado 24 menús diferentes, y de entre ellos elegirá uno que será el mejor. Recuérdese que en las premisas, no habrá ni siquiera dos menús que sean igualmente preferidos.

Puesto que hay $n!$ menús, el consumidor habrá realizado una actividad de contabilidad y otra de preferencias entre todos los menús. La primera actividad la conocemos y la hemos contado, se mide por $n!$ La segunda consiste en establecer una cadena de preferencias entre ellos de forma que defina a una escalera transitiva.

Una escalera transitiva significa que se producirá una cadena lógica de preferencias entre los menús. Esta actividad implica un criterio ordinal ya que se le puede asignar un número ordinal arbitrario a cada escalón de la escalera y organizarla de mayor a menor o de menor a mayor.

Esta asignación implica que automáticamente y por comparación, o elección, u ordenación, cada escalón, queda referenciado con respecto a cualquier otro. Por ejemplo, el menú tercero preferido al escalón quinto, el cual estará preferido con respecto al sexto y este respecto al noveno, y así sucesivamente.

No se puede afirmar que un menú sea k veces preferido a otro escalón situado más abajo, por ejemplo el primero respecto al cuarto, ya que no contamos con números naturales ($k > 0$) en la escaleras sino con números ordinales.

9. RECONCILIACIÓN SEMÁNTICA

Los términos de ordinal en las matemáticas y en el consumo se reconcilian. En matemática lo hemos empleado para ordenar todos los elementos: n elementos dentro de cada conjunto de todas las formas posibles. Después se pueden contar y este es el número natural $n!$. Ese número natural es distinto al derivado de criterios ordinales.

En economía establecemos una clasificación sucesiva ordinal en la escala de preferencias, y esta no es aditiva, y por tanto tampoco multiplicativa, según hemos visto en el apartado anterior. Si la escalera de preferencias tiene doce escalones, este no es un número natural sino un índice ordinal.

Ha sido necesario el criterio matemático derivado de ordenación para llegar a un número natural n (n bienes). Y este ha sido fundamental para contar los menús, o sea el nú-

mero de peldaños de la escalera en economía, los cuales también siguen un criterio ordinal. Hasta aquí, y solamente hasta aquí, vale la reconciliación semántica.

De cualquier forma esta argumentación sobre el término ordinal en matemáticas y en economía, es compatible con la concepción cardinal propia de los números naturales. Esta argumentación descansa, primero en el número total posible ordenación o colocación de los bienes, y que las permutaciones posibles permite calcular. Segundo, en la posibilidad de establecer una cadena de preferencias.

10. PROPIEDAD TRANSITIVA Y ESCALERA

Una vez que se ha construido una escalera de preferencias apreciamos las siguientes propiedades:

- 1.º Cada peldaño define a una combinación de bienes y solo a una combinación. Esta combinación es el primer paso sirve para referenciar a cada peldaño con respecto a los demás.
- 2.º Dicho peldaño representa a una preferencia de carácter ordinal, con respecto a otros peldaños. Esta preferencia se manifiesta igualmente en todas las direcciones: hacia *arriba* y hacia *abajo*, o sea preferida a...o no preferida a...
- 3.º Por tanto en toda la escalera se cumple exhaustivamente la propiedad transitiva.
- 4.º Jamás dejará de cumplirse, ni una sola vez, ni siquiera en cadena de tres como máximo, la propiedad transitiva.

En resumen, la propiedad transitiva en las elecciones o preferencias es la que define totalmente a la escalera. Por tal motivo la llamamos escalera transitiva.

11. SACRIFICIOS Y VENTAJAS NETAS

Los consumidores realizan las siguientes tareas:

- 1.º Elegir los bienes del lote.
- 2.º Combinar o confeccionar los menús. Matemáticamente combinar de todas las formas posibles los n bienes.
- 3.º Construir la escalera peldaño a peldaño. O sea subir la escalera y elegir el mejor, esto es el preferido número uno. Ese es el *menú óptimo*.

Estas tres tareas representan un trabajo o sacrificio indiciado en el número de bienes del lote, en la confección de los menús y en la construcción de la escalera o cadena de preferencias.

Todas estas tareas significan que cada combinación representa una ventaja *neta* en la elección. Esta ventaja neta está representada —no medida—, por la comparación entre la

ventaja derivada de la preferencia absoluta y el sacrificio total que se derivan de esa preferencia.

12. PREFERENCIAS Y AZAR

El apartado anterior nos lleva al tratamiento de la preferencia y del azar. La cuestión es la siguiente: Si eliminamos el sacrificio que implica la elección del lote, la confección de los menús, y la construcción de la escalera, siempre será conveniente la elección. De hecho es una tarea inevitable y adecuada para la obtención del mejor menú que es el equilibrio del consumidor.

Hemos dejado indicado que los sacrificios son una tarea inevitable para que el consumidor pueda llegar a elegir su menú mejor, pero el problema que se nos presenta es que si la utilidad no se puede medir, tampoco el sacrificio. En otras palabras, es posible considerar la posibilidad de trabajar sobre la construcción del lote, del menú y de la escalera y del sacrificio que comporta, frente a la posibilidad de dejarlo todo al azar.

¿En qué punto dejamos que intervenga el azar? Después de elegido el lote y de haber confeccionado los menús. En ese punto consideramos a los diferentes menús y se elige ciegamente, al azar, una combinación.

¿Interesa que intervenga el azar?

Esta pregunta se responde con los hechos. Los consumidores prefieren siempre solicitar y mantener el lote de bienes, agruparlos en un número de $n!$ combinaciones que llamamos menús y después construir una escalera de preferencias. Prefieren las utilidades netas generadas: beneficios menos costes, derivados de la construcción de la escalera, que el azar, porque este último genera incertidumbre o lo que es igual, nunca garantiza al cien por cien, la seguridad de generar el menú mejor.

Solamente interesa el azar en el caso del jugador paradójico que posee un solo bien, y por tanto un solo menú y ausencia de escalera. También en el caso del jugador *puro*, que prefiere ciegamente el azar a la certidumbre. En estos casos la elección y el azar permiten determinar con seguridad total el menú óptimo.

La medida o acercamiento a la teoría de probabilidades, en nuestra teoría combinatoria, vendrá dado por la colección de todos los menús posibles que serán *a priori* desconocidos. Si extraemos una papeleta del conjunto de $n!$ papeletas, o sea, si extraemos un menú, que es desconocido del conjunto de todos los menús, la posibilidad de acertar con el menú óptimo vendrá medida por:

$$1/n!$$

Y por tanto:

$$1/n! < 1$$

Esta última desigualdad nos indica que siempre es preferible construir una combinación y establecer una cadena-escalera de escalera, ya que la probabilidad de acertar en un juego de azar es menor que la probabilidad total.

Como hemos dicho el único caso en que es indiferente jugar al azar o no, es cuando solamente hay un bien. O sea, cuando $n = 1$, en cuyo caso vendrá representado por:

$$1/n = 1/1 = 1.$$

13. GRUPO DE CONSUMIDORES

¿Cuál será el menú óptimo en el caso de existir m sujetos, tal que $m > 1$? No se podrá garantizar *a priori* un menú social óptimo, o combinación óptima, tal que sea idéntico al menú social de cada uno de los miembros. Lo impide la paradoja de la votación de Arrow

Lo que nos interesa es explorar las siguientes áreas:

1. ¿Cuántas combinaciones se habrán consumido por todos los m miembros?
2. ¿Cuáles serán las elegidas en una escalera social de mejor a peor.
3. ¿Cuál será la combinación elegida?

En relación a la primera pregunta responderemos diciendo que cada sujeto (perteneciendo a m consumidores), gestionará $n!$ menús o combinaciones. Como son m sujetos en total seguirá habiendo $n!$ menús. Esto es diferente del total de los menús consumidos, -no decimos elegidos-. Los menús consumidos estarán medidos por m .

En el caso de que haya tantos menús como sujetos haya, esto es, cuando $n! = m$, el número total de menús o sea de combinaciones seguirá siendo $n!$.

En relación a la segunda pregunta. Si nos preguntamos cuántos menús serán consumidos, responderemos diciendo que tantos como sujetos haya. Que haya $n!$ menús elaborados no quiere decir que se consuman todos por cada consumidor, sino solamente uno. Luego habrá solamente m menús consumidos. Este será también el número de los menús óptimos elegido por cada protagonista consumidor suponiendo que cada uno tenga un menú elegido distinto del resto.

Este es un supuesto. Podemos partir de otra consideración, por ejemplo que haya más de un consumidor, por ejemplo: 3, que hayan elegido el mismo menú o combinación. En este caso el número de menús óptimos será de:

$m - 3$ menús.

En relación con la tercera pregunta. Esta implica una consideración política y que es el caso de bienes privados que son suministrados por Leviathan indiferente, esto es, por un sector público neutral. En este caso una combinación será impuesta. La cuestión es averiguar cuál menú. Será elegido el menú que tenga mayor número de votos y desde allí en una secuencia de estrategia de juegos el segundo, el tercero, etc. Aquí se abre un campo seductor para ser tratado en una teoría de juegos en el ámbito de la combinatoria y que está fuera del campo específico de este artículo.

14. CONCLUSIÓN

Se resalta la combinación de los bienes como el aspecto relevante en el consumo. Las combinaciones importan porque determinan distintos niveles de placer en el consumidor, y sobre todo y a efectos prácticos, porque permite establecer una cadena de preferencias entre las combinaciones.

Los sujetos elaboran todas las combinaciones posibles. Se llama menú a cada combinación. Si se acepta como premisa que ni siquiera dos poseen el mismo nivel de preferencias, es posible organizar una cadena de preferencias en dichos menús. De esta forma, cada menú será un peldaño en la escalera de preferencias. Una escalera es siempre una manifestación transitiva en las elecciones del consumidor y que, por lo tanto, permite relacionar cada uno de los conjuntos combinatorios con los demás.

BIBLIOGRAFÍA

- Arrow, J. K., (1950) *A Difficult in the Concept of Social Welfare*, Journal of Political Economy, 58.
- Aumann Robert, J.(1987): *Game Theory*, in New Palgrave.
- *(1995) *Backward Induction and Common Knowledge of Rationality*, *Games EB repeated*.
- **Games of Incomplete Information*, with M. Maschler.
- Baumol, W.W. J., (1946) *Community Indifference*, Review of Economic Studies, 14.
- Bergson, A., A., (1938): *Reformulation of Certain Aspects of Welfare Economics*, Quarterly Journal of Economics, 52.
- Binmore, Ken, (1999): *Game Theory and Social Contract: Playing Fair*, MIT Press.
- Debreu, G., (1951) *The Coeficient of Resource Allocation*, in Ecta, 19, pp 273-92.
- Dutta, Prajit, (1999): *Strategies and Games: Theory and Practice*, MIT Price.
- Fisher, Ronald, (1930): *The Genetical Theory of Natural Selection*. Clarendon Press, Oxford.
- Fudenberg, Drew y Jean Tirole (1991), *Game Theory*, MIT Press, ISBN 0262061414.
- Friedman, J.W.(1991): *Teoría de Juegos con Aplicaciones a la Economía*. Editorial alianza Universidad.
- Gintis, Herbert (2000): *Game Theory Evolving*. Princeton Univeristy Press, ISBN 0691009430.
- Harsanyi, J.C., (1953) *Cardinal Utility in Welfare Economics and in the Theory of Risk Taking*, Journal of Political Economy, 61.
- Hicks, J.R., (1939): *Value and Capital*, Clarendon Press, Oxford.
- Houthakker, H.S., (1950): *Revealed Preference and the Utility Function*, Econometrica 17.
- Kreps, D.M.(1994) : *Teoría de los Juegos y Modelación Económica*. Fondo de cultura Económica, 1º edición.
- Majumdar, T., (1956) *Choice and Revealed Preference*, Econometrica, 24.
- Mishan, E.J., (1956) *An Investigation into Some Alleged Contradictions in Welfare Economics*, Economic Journal 67.
- Morgenstern, Oskar y John Von Neuman, (1947): *The Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton Univeristy Press.
- Nash, John, (1950): *Equilibrium Points in n-person Games*, Proceedings of the National Academy of the USA, 36(1):48-49.

- Poundstone William: (2005): *El Dilema del Prisionero*, Alianza Editorial. Madrid
- Samuelson, P.A., (1947): *Foundation of Economics Analysis*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Simon Herbert, (1987): *Scientific Discovery: Computational Explorations of the Creative Processes*, with Pat Langgley, Gary Bradshaw and Jan Zytkow, MIT Press.
- Smith Maynard, John, (1982) : *Evolution and the Theory of Game*. Cambridge University Press.
- Sen, A. K., (1963): *Distribution, Transitivity and Little's Welfare Criteria*, Economic Journal, 73.
- Villacís, J., (1993): *La Combinatorial theory Aplicada a la Teoría de la Utilidad*. Esic Market, n 79. Madrid.
- * (1994): *La Combinatorial theory Aplicada al Estudio de la Producción*, Esic Market, pp 43-58.
- * (2004): *Chaos and Combinatorial Ordering in Economics: Chaos and a System's Energy Are Similar Concepts*. Conference, 6th August in Istambul.
- * (2005): *Business, Combinatorial Theory and Decision Making*, The Business Review, Cambridge, volume 3, December, pp 55-60.
- * *The Building Rubick's Cube: A Function of Production*. Review of Business Information System- Volume 12, number 1. First Quarter. 2008.
- * *Building A Social Menu*. American Journal of Business Research-First Quarter 2008. Volume 1, Number 1.
- * *Combinatorics in the Theory of Production*, by Intellectbase International Consortium. October-2009- ISSN 1940-1984.
- * *Disertaciones sobre Combinaciones en Economía*. Editorial Prosopón-Belgeuse. 2008.

NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE ORIGINALES

1. **PRESENTACIÓN:**

- El texto original se enviará a la sede de la Academia.
- Tendrá una extensión máxima de veinte páginas en Din A-4 a un espacio, con letra cuerpo 12.
- Es imprescindible que la presentación de texto e imágenes se realice en soporte informático o por envío de correo electrónico.

2. **BIBLIOGRAFÍA:** Las citas bibliográficas irán al final del original, correlativamente numeradas por orden de aparición en el texto.

NOTAS: Las notas irán a pie de página.

3. **PRUEBAS:** Deberán devolverse debidamente corregidas, en un plazo máximo de diez días a partir de la fecha de envío.

4. **SEPARATAS:** Cada autor recibirá 30 separatas de su artículo.

Para cualquier aclaración pueden dirigirse a la encargada de publicaciones de la Academia, Ángela García, en el teléfono: 91 531 95 22; fax: 91 524 00 27; correo electrónico: rad@radoctores.es

