

RAED TRIBUNA PLURAL
La revista científica

Núm. 17

4/2017

Centenario de un Premio Nobel: Camilo José Cela
Las nociones del infinito
Une nouvelle vision pour l'Europe
Homenaje a la universidad de Salamanca



Reial Acadèmia Europea de Doctors
Real Academia Europea de Doctores
Royal European Academy of Doctors

BARCELONA - 1914

RAED **TRIBUNA PLURAL**
La revista científica

© Reial Acadèmia Europea de Doctors.

La Reial Acadèmia Europea de Doctors, bo i respectant com a criteri d'autor les opinions exposades en les seves publicacions, no se'n fan responsable ni solidaria.

Queden rigorosament prohibides, sense l'autorització escrita dels titulars del «Copyright», sota les sancions estableties en les lleis, la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol mitjà o procediment, compresos la reprografía i el tractament informàtic i la distribució d'exemplars d'ella mitjançant lloguer o préstecs públics.

Producció Gràfica: Ediciones Gráficas Rey, S.L.

Imprès en paper offset de 80grm.

Edició impresa ISSN: 2339-997X

Edició electrònica ISSN: 2385-345X

Dipòsit Legal: B 12510 - 2014

Imprès a Espanya - Printed in Spain - Barcelona

Data de publicació: febrer 2018

www.raed.academy

© Real Academia Europea de Doctores.

La Real Academia Europea de Doctores, respetando como criterio de autor las opiniones expuestas en sus publicaciones, no se hace ni responsable ni solidaria.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del “Copyright”, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamos públicos.

Producción Gráfica: Ediciones Gráficas Rey, S.L.

Impreso en papel offset de 80grm.

Edición impresa ISSN: 2339-997X

Edición electrónica ISSN: 2385-345X

Depósito Legal: B 12510 - 2014

Impreso en España –Printed in Spain- Barcelona

Fecha de publicación: febrero 2018

www.raed.academy

Peer review

Para su publicación en TRIBUNA PLURAL, los trabajos deberán ser informados favorablemente por cuatro especialistas designados por el Consejo de Redacción, valorándose el rigor, la claridad, la metodología y la originalidad de las aportaciones. Se garantiza el anonimato de este proceso.

Per a la seva publicació a TRIBUNA PLURAL , els treballs hauran de ser informats favorablement per quatre especialistes designats pel Consell de Redacció. Els criteris a seguir tindran en compte el rigor, la claredat, la metodologia i l'originalitat de les aportacions. Es garanteix l'anonymat del procés avaluador.

Originals to be published are subject to a peer review: a process of subjecting an author's scholarly work, research, or ideas to the scrutiny of others who are experts in the same field, before a paper describing this work is published in TRIBUNA PLURAL Peer reviewers are anonymous. Criteria are scientific rigour, clarity, methodology and originality.

RAED TRIBUNA PLURAL
La revista científica

Núm. 17

4/2017



Reial Acadèmia Europea de Doctors
Real Academia Europea de Doctores
Royal European Academy of Doctors

BARCELONA - 1914

EDITORES

Joan Francesc Pont Clemente y Alfredo Rocafort Nicolau

EDITORES ASOCIADOS

David Jou Mirabent

Editor de la Junta de Gobierno

Joan-Francesc Pont Clemente

Presidente de la Sección 1^a - Ciencias Sociales

María de los Ángeles Calvo Torras

Presidente de la Sección 2^a - Ciencias de la Salud

Josep-Ignasi Saranyana Closa

Presidente de la Sección 3^a - Ciencias Humanas

Albert Bosch Navarro

Presidente de la Sección 4^a - Ciencias Experimentales

Jaime Rodrigo de Larruea

Presidente de la Sección 5^a - Ciencias Tecnológicas

CONSEJO DE REDACCIÓN

José Luis Salido Banús

Sección 1^a - Ciencias Sociales

Rosmarie Cammany Dorr

Joaquim Gironella Coll

Sección 2^a - Ciencias de la Salud

Ángel Aguirre Baután

M^a Teresa Anguera Argilaga

Sección 3^a - Ciencias Humanas

Pilar Bayer Isant

Sección 4^a - Ciencias Experimentales

Xavier Oliver Olivella

Sección 5^a - Ciencias Tecnológicas

INTERNACIONAL

Oriol Amat i Salas

José Ramón Calvo Fernández

Enrique Tierno Pérez-Relaño

SECRETARIO

José Luis Salido Banús

Secretario General de la Junta de Gobierno

EDITADA POR

Real Academia Europea de Doctores

Sumari - Sumario

Presentació / Presentación / Introduction 7
Joan-Francesc Pont Clemente – Alfredo Rocafort Nicolau

Temes del nostre temps – Temas de nuestro tiempo

Debate: Centenario de un Premio Nobel: Camilo José Cela..... 23
Dr. Xabier Añoveros Trias de Bes, Julio Pérez Cela y Adolfo Sotelo Vázquez

Debate: Las nociones del infinito

Presentación

Nociones del infinito 33
Dr. Daniel Turbón Borrega

Ponencias

Les nocions d'infinit en matemàtiques 39
Dra. Pilar Bayer Isant

El infinito en cosmología 75
Dr. David Jou Mirabent

¿Podemos entender lo infinito, si somos finitos 85
Antoni Prevosti Monclús

La teología ante el infinito 95
Dr. Josep-Ignasi Saranyana Closa

El món en una cruilla de camins - El mundo en una encrucijada

Une nouvelle visión pour l'Europe: engagement citoyen et volonté humaniste 107
Dra. Ina Piperaki

Articles- Artículos

Homenaje a la universidad de Salamanca en sus 800 años de existencia (1218-2018)..... 123
Dr. Ángel Aguirre Baután

Aproximación al concepto de minoría para su protección jurídica internacional: criterios de clasificación 161
Dr. Santiago José Castellà

Ortotoxicidad medicamentosa 185
Dr. Pedro Clarós, Dra. M. Àngels Calvo y Dra. Ana María Carmona

Regeneración de las células ciliadas del oído interno mediante la terapia génica con CGF 166 206
Dr. Pedro Clarós, Dra. Maria Àngels Calvo y Dra. Ana María Carmona

Influencia de las hormonas sexuales en la voz de las cantantes de ópera 214
Dr. Pedro Clarós y Dr. Francisco López-Muñoz

Nanotecnología frente al cáncer 234
Inés Guix Sauquet y Dr. Ferran Guedea Edo

El derecho y la legislación proactiva: nuevas perspectivas en la ciencia jurídica..... 248
Dr. Jaime Rodrigo

Vida Acadèmica – Vida Académica

Ingressos d'Acadèmics – Ingresos de Académicos263

Delicte fiscal i procés penal: crònica d'un mal encaix..... 265
Dr. Joan Iglesias Capellas

La conquista del fondo de ojo..... 267
Dr. Borja Corcóstegui

Laïcitat i laïcisme en l'occident europeu 269
Cardenal Lluís Martínez Sistach

Lo disruptivo y el futuro: tecnología y sociedad en el siglo XXI..... 271
Dr. Luis Pons Puiggrós

La influencia del derecho español en México 273
Dr. Jesús Gerardo Sotomayor

Barcelona, galería urbana..... 275
Dr. Juan Trias de Bes

Els Acadèmics – Los Académicos

Entrevista / Entrevista / Interview 279
Dr. Ramón Cugat

PRESENTACIÓ / PRESENTACIÓN / INTRODUCTION



PRESENTACIÓ / PRESENTACIÓN / INTRODUCTION

JOAN FRANCESC PONT CLEMENTE
ALFREDO ROCAFORT NICOLAU

Presentació

El fet més rellevant dels darrers tres mesos ha estat la celebració dels XXIII Jocs Olímpics d'Hivern, realitzats a Pieonchang, entre els dies 9 i 15 de febrer. Convé no confondre el nom d'aquesta bonica vila de muntanya amb el de la capital de Corea del Sud, Pyongyang. Els esportistes coreans del Nord i del Sud hi han participat sota una mateixa bandera, inspirats per l'ideal olímpic que és l'aspiració de pau universal. No obstant això, la pau es manté absent de nombrosos llocs de la terra i la guerra amenaça amb estendre's com una explosió de conflictes més o menys latents. La guerra sempre comporta que perdin, per descomptat, els vençuts; però també hi perden els vencedors. El 1969, Camilo José Cela dedicava una novel·la *«a los mozos de reemplazo del 37, todos perdedores de algo: de la vida, de la libertad, de la ilusión, de la esperanza, de la decencia»* [als joves de la lleva del 37, tots perdedors d'alguna cosa: de la vida, de la llibertat, de la il·lusió, de l'esperança, de la decència]. Molts anys després, el propi Cela assenyalava que aquella dedicatòria no li havia agradat a gairebé ningú, tot i que la mantenia per si algú podia arribar a sentir remordiments de consciència.

Aquells que exciten els enfrontaments civils cavant rases i trinxeres haurien de llegir i reflexionar sobre l'admonició de Cela.

Camilo José Cela, precisament, ha estat objecte de commemoració a l'Acadèmia mitjançant un debat enriquit per Xabier Añoveros Trías de Bes, Julio

Pérez Cela i Adolfo Sotelo Vázquez. Per als editors, aquest ha estat un moment important i solemne, tenint, com tenim viu el record de *La Colmena*, una de les millors novel·les en castellà del segle xx. *La Colmena*, publicada a Buenos Aires el 1981 i només autoritzada a Espanya quatre anys més tard, ens situa amb un verisme extraordinari en el Madrid de la postguerra i és una galeria de personatges petitburgesos, abatuts i desmoralitzats, que passen per la vida conformats, però no vençuts, tenallats per la misèria que suporten amb dignitat, per la desesperança i pel desig d'accedir a algun petit plaer, legal o il·legal, encara que fugisser i incomplet. Tres dies, una ciutat i un centre al voltant del qual gira la història, el cafè poblat d'escriptors, de petits cacics instal·lats a l'ombra del nou Estat i de malandrins que malviuen amb estratègies de salvació. La novel·la va influir de forma decisiva en l'anomenada *generació dels nens de la guerra* que escriuen a partir dels anys cinquanta, una generació que Jaime Gil de Biedma va considerar formada per «*señoritos de nacimiento, por mala conciencia, escritores de poesía social*» [senyorets de naixement, per mala consciència, escriptors de poesia social]. Madrid i la denominada Escola de Barcelona van ser els seus dos pols. Cela, que va estar convidat d'honor en un dels sopars de la nostra Acadèmia als anys seixanta, ha rebut ara, novament, l'homenatge de la mateixa institució en complir-se el centenari de seu naixement.

Les *societats sàvies*, com la nostra, tracten de trobar consol quan perden un ésser estimat, però commemoren el naixement d'aquells que volen recordar, perquè és el moment de la vida en esplendor el que ens transforma en humans, essent la mort l'expedient final que tanca el nostre itinerari a la terra. Camilo José Cela, per atzars de la història, va ser senador per designació reial a les Corts Constituents. Les seves aportacions figuren al Llibre de Sessions i a la pròpia Constitució, el text de la qual va revisar gramaticalment, aportant a l'article 14 la fórmula vigent «*sin que pueda prevalecer discriminación alguna por razón de...*» [«sense que pugui prevaler cap discriminació per raó de...»], en lloc del salm inicialment proposat «*sin discriminaciones por razón de...*» [sense discriminacions per raó de...]. Una vegada més, Cela tenia raó quan descartava una *fotografia* estàtica del Dret per introduir una *pel·lícula* de la *tensió* que els valors constitucionals requereixen si pretenen fer-se realitat en la vida dels ciutadans.

Per a Cela, Finisterre era «*la última sonrisa del caos del hombre asomándose al infinito*» [el darrer somriure del caos de l'home abocant-se a l'infinit], una bella i evocadora expressió que no només ens obliga a pensar sobre la condició humana, sinó que obre la reflexió sobre l'infinit i la seva inabastabilitat.

Precisament, aquest tema, l'*infinit*, ha estat objecte d'un col·loqui a l'Acadèmia celebrat el 30 de novembre de 2017, de la mà de la secció d'Humanitats. Els doctors Daniel Turbón, Pilar Bayer, David Jou, Antoni Prevost i Josep-Ignasi Saranyana aborden el tema des de les matemàtiques, la cosmologia, la filosofia i la teologia. La presentació del Dr. Turbón conté tots els elements necessaris per incitar el lector a endinsar-se'n.

El terme *infinit* sol passar desapercebut quan en el llenguatge col·loquial s'utilitza per descriure «quelcom molt gran» i, no obstant, genera molta més preocupació quan adquireix el seu significat genuí de quelcom que no té final. En els nostres anys escolars, l'*infinit* apareixia misteriós com el resultat de dividir qualsevol nombre per zero. El denominador zero convertia el resultat de la divisió amb qualsevol numerador en infinit sense que, probablement, poguéssim percebre la transcendència del cas. En paral·lel, l'u i l'*infinit* es combinaven per oferir una definició del déu dels monoteismes. El debat del qual es reproduïxen aquí els *proceedings* ens ofereix una continuïtat a aquells interrogants irresolubles i, certament, contribueix al millor coneixement interdisciplinari de la qüestió.

La secció *El món en una cruïlla de camins* acull aquesta vegada un treball de la Dra. Ina-Stavroula Piperaki, acadèmica corresponent per a Grècia. Recull la seva intervenció en el col·loqui «Repensar Europa», escrit en el bonic francès de l'autora, hel·lena per naixement i passió, francòfona i francòfila, per elecció. El col·loqui va estar organitzat per entitats filosòfiques humanistes no confessionals en el Parlament Europeu el 17 d'octubre de 2017. La seva proposta, que és veure activament Europa des del compromís ciutadà i la voluntat humanista, no defugia en cap moment l'anàlisi dels problemes de la Unió (des del *brexit* fins els populismes, des de la digitalització a l'abandonament dels inermes) per proposar una nova *consciència ciutadana* capaç de posar límit als excessos del neoliberalisme.

La secció *Articles* conté les aportacions dels doctors Ángel Aguirre (sobre el DCCC aniversari de la Universitat de Salamanca); Santiago Castellà (el concepte de minoria en el dret internacional); Pedro Clarós, M. Angels Calvo i Ana M. Carmona (ortotoxicitat medicamentosa); els mateixos autors (regeneració de les cèl·lules ciliades de l'oïda interna mitjançant la teràpia gènica amb CGF 166); Pedro Clarós i Francisco López Muñoz (influència de les hormones sexuals en la veu de les cantants d'òpera); Inés Guix Sauquet i Ferran Gedea Edo (nanotecnologia contra el càncer) i Jaime Rodrigo (el dret i la legislació proactiva: noves perspectives en la ciència jurídica).

La secció *Vida acadèmica* conté les cròniques dels actes solemnes de recepció de nous acadèmics numeraris, corresponents i d'honor. I al capítol final, l'entrevista al Dr. Ramon Cugat, un dels professionals mèdics més reconeguts del món en el camp de la investigació, tractament i intervenció de lesions esportives. Pioner en intervencions artroscòpiques a Espanya, va ser membre de l'equip de cirurgians ortopedistes en els Jocs Olímpics de Barcelona 1992. L'entrevista desgrana el dia a dia d'aquest especialista en cirurgia ortopèdica i traumatologia, amb una dilatada carrera internacional, actualment codirector del Departament de Cirurgia Ortopèdica i Traumatologia de l'Hospital Quirónsalud Barcelona i president del Patronat de la Fundació García Cugat per a la recerca biomèdica. Entre els seus èxits científics es troba la utilització de factors de creixement i de cèl·lules mare en la reparació de lesions de lligament creuat i en la regeneració de cartílag. Durant tota la seva vida professional ha estat vinculat a la Mútua de Futbolistes de Catalunya, on ha operat a milers de jugadors de totes les categories i edats. Segons ens comenta en l'entrevista, no només es lesionen les grans estrelles; sobretot i cada vegada més, els nens paixen lesions esportives greus. És una nova realitat a la qual cal parar esment.

Dèiem al principi que els Jocs Olímpics, amb el seu anhel universal de treva eviterna en els conflictes humans, han brillat sobre la mediocritat de la feina en moltes altres pedreres humanes, en les que costa molt no lamentar el fervor italià pel Moviment Cinc Estrelles; el descobriment cada dia d'un altre supòsit de *joc brut*, incloses les guerres digitals; el perill creixent en l'actuació de les presidències dels Estats Units i de Rússia; i el bloqueig de la renovació institucional de la Unió Europea (llistes transversals i procés de decisió per al nomenament del president de la Comissió).

En l'entorn més proper, Madrid i Barcelona es capfiquen en la seva divisió interna i quasi han *oblidat* l'enfrontament entre elles, en el qual semblen sentir-se tan còmodes, allunyant-se cada vegada més de la política real i rebent per això dosis creixents d'indiferència ciutadana. Nens i adults continuen morint a la Mediterrània davant la indiferència quasi general. El 8 de març, un moviment global de dones deixa constància de la seva protesta per les desigualtats que persisteixen en tots els ordres de la vida, en l'any que s'ha complert el 130 aniversari del naixement de Clara Campoamor. La il·lustre diputada, que va aconseguir, el 1931, el dret al sufragi femení va resumir aquella gesta com el seu *pecat mortal*, la penitència del qual fou l'oblit i l'exili per la resta de la seva vida.





Presentación

El hecho más relevante de los últimos tres meses ha sido la celebración de los XXIII Juegos Olímpicos de Invierno, realizados en Pieonchang, entre los días 9 y 15 de febrero. Conviene no confundir el nombre de esta bella villa montañera con el de la capital de Corea del Sur, Pionyang. Los deportistas coreanos del Norte y del Sur han participado bajo una misma bandera, inspirados por el ideal olímpico que es una aspiración de paz universal. La paz, sin embargo, se mantiene ausente de numerosos lugares de la tierra y la guerra amenaza con extenderse como explosión de conflictos más o menos latentes. La guerra siempre comporta que pierdan, por supuesto, los vencidos; pero de igual forma, los vencedores. En 1969, Camilo José Cela dedicaba una novela a «los mozos de reemplazo del 37, todos perdedores de algo: de la vida, de la libertad, de la ilusión, de la esperanza, de la decencia». Muchos años después, el propio Cela señalaba que aquella dedicatoria no le había gustado a casi nadie, aunque la mantenía por si alguien podía llegar a sentir algún remordimiento en su conciencia.

Quienes excitan los enfrentamientos civiles cavando zanjas y trincheras deberían leer y reflexionar sobre aquella admonición de Cela.

Camilo José Cela, precisamente, ha sido objeto de conmemoración en la Academia mediante un debate enriquecido por Xabier Añoveros Trías de Bes, Julio Pérez Cela y Adolfo Sotelo Vázquez. Para los editores, este ha sido un momento importante y solemne, teniendo, como tenemos vivo el recuerdo de *La Colmena*, una de las mejores novelas en español del siglo xx. *La Colmena*, publicada en Buenos Aires en 1981 y solo autorizada en España cuatro años después, nos sitúa con extraordinario verismo en el Madrid de la posguerra y es una galería de personajes pequeñoburgueses, abatidos y desmoralizados, que pasan por la vida conformados, pero no vencidos, atenazados por una miseria

que sobrellevan con dignidad, por la desesperanza y por el deseo de acceder a algún pequeño placer, legal o ilegal, aunque fugaz e incompleto. Tres días, una ciudad y un centro alrededor del que gira la historia, el café poblado de escritores, de pequeños caciques instalados a la sombra del nuevo Estado y de malandrines que malviven con estrategias de salvación. La novela influyó de forma decisiva en la llamada *generación de los niños de la guerra* que escriben a partir de los años cincuenta, una generación que Jaime Gil de Biedma consideró formada por «señoritos de nacimiento, por mala conciencia, escritores de poesía social». Madrid y la llamada Escuela de Barcelona fueron sus dos polos. Cela, que fue invitado de honor en una de las cenas de nuestra Academia en los años sesenta, ha recibido ahora, nuevamente, el homenaje de la misma al cumplirse el centenario de su nacimiento.

Las *sociedades sabias*, como la nuestra, tratan de hallar consuelo cuando pierden a alguien querido, pero conmemoran el nacimiento de quienes desean recordar, porque es el momento de la vida en su esplendor lo que nos transforma en humanos, siendo la muerte ese expediente final que cierra nuestro itinerario en la tierra. Camilo José Cela, por azares de la historia, fue senador por designación real en las Cortes Constituyentes. Sus aportaciones figuran en el Libro de Sesiones y en la propia Constitución, cuyo texto revisó gramaticalmente y a cuyo artículo 14 aportó la fórmula vigente «sin que pueda prevalecer discriminación alguna por razón de...», en lugar del salmo inicialmente propuesto «sin discriminaciones por razón de...». Una vez más tenía razón Cela, cuando descartaba una *fotografía* estática del Derecho para introducir una *película* de la *tensión* que los valores constitucionales requieren si pretenden hacerse realidad en la vida de los ciudadanos.

Para Cela, Finisterre era «la última sonrisa del caos del hombre asomándose al infinito», una bella y evocadora expresión que no solo nos obliga a pensar sobre la condición humana, sino que abre la reflexión sobre el infinito y su inabarcabilidad. Precisamente, este tema, el *infinito*, ha sido objeto de un coloquio en la Academia celebrado el 30 de noviembre de 2017, de la mano de su sección de Humanidades. Los doctores Daniel Turbón, Pilar Bayer, David Jou, Antoni Prevosti y Josep-Ignasi Saranyana abordan el tema desde las matemáticas, la cosmología, la filosofía y la teología. La presentación del Dr. Turbón contiene todos los elementos necesarios para incitar al lector a seguir con su tarea.

El término *infinito* suele pasar desapercibido cuando en el lenguaje coloquial se utiliza para describir «algo muy grande» y, sin embargo, genera mucha más preocupación cuando adquiere su genuino significado de algo que no tiene

final. En nuestros años escolares, el infinito se aparecía misterioso como el resultado de dividir cualquier número por cero. El denominador cero convertía el resultado de la división con cualquier numerador en infinito, sin que, probablemente, acabáramos de percibir la trascendencia del caso. En paralelo, el uno y el infinito se combinaban para ofrecer una definición del dios de los monoteístas. El debate cuyos *proceedings* se reproducen aquí nos ofrece continuidad a aquellos interrogantes irresolubles y, ciertamente, contribuye al mejor conocimiento interdisciplinario de la cuestión.

La sección *El mundo en una encrucijada* acoge esta vez un trabajo de la Dra. Ina-Stavroula Piperaki, académica correspondiente para Grecia. Recoge su intervención en el coloquio «Repensar Europa», escrito en el bello francés de la autora, helena por nacimiento y pasión, francófona y francófila, por elección. El coloquio fue organizado por entidades filosóficas humanistas no confesionales en el Parlamento Europeo el 17 de octubre de 2017. Su propuesta, que es ver activamente Europa desde el compromiso ciudadano y la voluntad humanista, no rehúye en ningún momento el análisis de los problemas de la Unión (desde el *brexit* hasta los populismos, desde la digitalización al abandono de los inermes) para proponer una nueva *conciencia ciudadana* capaz de poner coto a los excesos del neoliberalismo.

La sección *Artículos* contiene las aportaciones de los doctores Ángel Aguirre (sobre el DCCC aniversario de la Universidad de Salamanca); Santiago Castellà (el concepto de minoría en el derecho internacional); Pedro Clarós, M. Àngels Calvo y Ana M. Carmona (ortotoxicidad medicamentosa); los mismos autores (regeneración de las células ciliadas del oído interno mediante la terapia génica con CGF 166); Pedro Clarós y Francisco López Muñoz (influencia de las hormonas sexuales en la voz de las cantantes de ópera); Inés Guix Sauquet y Ferran Gedea Edo (nanotecnología frente al cáncer) y Jaime Rodrigo (el derecho y la legislación proactiva: nuevas perspectivas en la ciencia jurídica).

La sección *Vida académica* contiene las crónicas de los actos solemnes de recepción de nuevos académicos numerarios, correspondientes y de honor. Y el capítulo final, la entrevista al Dr. Ramon Cugat, uno de los profesionales médicos más reconocidos del mundo en el campo de la investigación, tratamiento e intervención de lesiones deportivas. Pionero en intervenciones artroscópicas en España, fue miembro del equipo de cirujanos ortopédas en los Juegos Olímpicos de Barcelona 1992. La entrevista desgrana el día a día de este especialista en cirugía ortopédica y traumatología, con una dilatada carrera internacional, actualmente codirector del Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatolo-

gía del Hospital Quirónsalud Barcelona y presidente del Patronato de la Fundación García Cugat para la investigación biomédica. Entre sus logros científicos se encuentra la utilización de factores de crecimiento y de células madre en la reparación de lesiones de ligamento cruzado y en la regeneración de cartílago. Durante toda su vida profesional ha estado vinculado a la Mutua de Futbolistas de Cataluña, donde ha operado a miles de jugadores de todas las categorías y edades. Según nos comenta en la entrevista, no solo se lesionan las grandes estrellas; sobre todo y cada vez más, los niños sufren lesiones deportivas graves. Es una nueva realidad a la que se debe prestar atención.

Decíamos al principio que los Juegos Olímpicos, con su anhelo universal de tregua eviterna en los conflictos humanos, han brillado sobre la mediocridad del trabajo en muchas otras canteras humanas, en las que cuesta mucho no lamentar el fervor italiano por el Movimiento Cinco Estrellas; el descubrimiento cada día de otro supuesto de *juego sucio*, incluidas las guerras digitales; el peligro creciente en la actuación de las presidencias de los Estados Unidos y de Rusia; y el bloqueo de la renovación institucional de la Unión Europea (listas transversales y proceso de decisión para el nombramiento del presidente de la Comisión).

En el entorno más próximo, Madrid y Barcelona se ensimisman en su división interna y casi han *olvidado* el enfrentamiento entre ellas, en el que parecen sentirse tan cómodas, alejándose cada vez más de la política real y recibiendo por ello dosis crecientes de indiferencia ciudadana. Niños y adultos siguen muriendo en el Mediterráneo ante la casi general indiferencia. El 8 de marzo, un movimiento global de mujeres deja constancia de su protesta por las desigualdades que persisten en todos los órdenes de la vida, en el año en que se ha cumplido el 130 aniversario del nacimiento de Clara Campoamor. La ilustre diputada, que consiguió, en 1931, el derecho al sufragio femenino resumió aquella gesta como su *pecado mortal*, la penitencia del cual fue el olvido y el exilio durante el resto de sus días.





Presentation

The most significant event of the past three months has been the XXIII Olympic Winter Games, held in Pyeongchang in South Korea between 9th and 15th February. It is important not to confuse the name of this beautiful mountain region with Pyongyang, the capital city of North Korea. Athletes from both north and south participated under a single flag, inspired by the Olympic ideal that aspires to universal peace. Peace is however something that remains absent from many places on earth, with war threatening to spread as more-or-less dormant conflicts begin to explode. War always involves loss for the vanquished of course, but it also harms the victors. In 1969 Spanish author Camilo José Cela dedicated one his novels *to the conscripts of 1937, all losers of something: of life, of freedom, of dreams, of hope, of decency.*¹ Many years later, Cela himself pointed out that almost no one had liked his dedication, although he kept it in case anyone should come to have remorse on their conscience.

Those who get excited by civil strife and feel inspired to raise barricades and dig trenches should read and reflect on Cela's warning.

Camilo José Cela has in fact been the subject of commemoration at the Academy, in the form of a debate enriched with contributions by Xabier Añoveros Trías de Bes, Julio Pérez Cela and Adolfo Sotelo Vázquez. It has also been an important and historic occasion for book publishers, given the still-vivid memories triggered by one of the best novels to be written in Spanish in the twentieth century: *The Hive. The Hive*, which first appeared in Buenos Aires in 1981 and was not cleared for publication in Spain until four years later, takes us back, with an extraordinary realism, to the Madrid of the period after

¹ Referring to last batch of conscripts to be called up before Spain's subsequent civil war

the Spanish Civil War. It contains a gallery of dejected and demoralised characters from the *petite bourgeoisie*, facing their lives in conformity, but not defeated; in the grip of a miserable poverty that they bear with dignity, albeit with despair, and with a desire to gain access to some small pleasure, legal or illegal, however fleeting or incomplete it might be. It covers three days of city life, centred on a café populated by writers, each one a chieftain of his own little domain in the shadow of the new regime, and local scoundrels who struggle with their strategies of salvation. The novel had a decisive influence on the so-called *war-child* generation of Spanish writers of the 1950s, which Jaime Gil de Biedma considered *bourgeois by birth, but with a nagging conscience; writers of social poetry*. Madrid and the so-called *Barcelona School* were its two points of reference. Cela, who was guest of honour at one of the dinners of our academy in the 1960s, is now being honoured once more on the centenary of his birth.

“Wise” societies such as our own try to find comfort when they lose a loved one, but commemorate the birth of those they wish to remember. The reason for this is that birth is the moment of life in all its splendour, which transforms us into humans, while death merely provides a final record of our time on earth. As historical fate would have it, Camilo José Cela became, by royal appointment, a senator of the first *Cortes*, or parliament, of Spain’s transition to democracy in 1977. His contributions are apparent in the written records of parliamentary sessions and in the new constitution itself, the text of which he checked for grammatical precision. Article 14 currently reads “Spaniards [...] shall not in any way be discriminated against on account of ...”, instead of the wording originally proposed: “without discrimination because of ...”. Cela was once more proved right in his rejection of a static snapshot of the law as it stood, in favour of a moving image reflecting the tension that constitutional values require if they are to form a real part of the lives of the citizens concerned.

Cape Finisterre, at the north-western extreme of mainland Spain, was for Cela “the last smile of human chaos as it peers into infinity”, a beautiful and evocative expression that both obliges us to think about the human condition and encourages us to reflect on the infinite and its immeasurability. This subject – infinity – was actually the theme of a symposium held by the Humanities Section of the Academy on 30th November 2017. Doctors Daniel Turbón, Pilar Bayer, David Jou, Antoni Prevosti and Josep-Ignasi Saranyana tackled the subject from the respective angles of mathematics, cosmology, philosophy and theology. Dr Turbón’s presentation in particular contained all the elements needed to encourage the reader to delve further into the matter.

The term “infinite” usually goes unnoticed when used in everyday speech, especially when referring to something with very large dimensions. It nevertheless generates much more concern when it acquires its genuine meaning of “something without end”. It emerges in our school days as the mysterious result of dividing something by zero. Zero as the denominator in a division operation with any numerator gives a result of “infinity”, probably without us really appreciating its significance. The figure “1” and infinity are meanwhile combined to offer a definition of the monotheists’ god. The resulting debate, whose proceedings are recorded here, offers us a sense of continuity for these unsolvable questions and certainly contributes to a better interdisciplinary knowledge of the subject.

This issue’s *The World at a Crossroads* section includes a paper by Dr Ina-Stavroula Piperaki, a corresponding academician for Greece. It also includes her presentation from the “Rethinking Europe” symposium, written in beautiful French by the Greek-born author who is, by choice, a passionate francophone and francophile. The symposium was organised by non-denominational, humanist and philosophical entities, and held in the European Parliament on 17th October 2017. Its purpose, to regard Europe actively from the point of view of engagement on the part of its citizens and from a humanist perspective, never entailed any hesitation to analyse the problems of the EU (ranging from *Brexit* to manifestations of populism and from digitalisation to the neglect of the defenceless in society), while going on to propose a new *citizen conscience* capable of curbing the excesses of neoliberalism.

The “Articles” section contains contributions from Doctors Ángel Aguirre (on the 800th anniversary of the University of Salamanca); Santiago Castellà (on the concept of minorities in International Law); Peter Clarós, M. Àngels Calvo and Ana M. Carmona (medication orthotoxicity); the same authors (regeneration by CGF 166 gene therapy of the hair cells of the inner ear); Pedro Clarós and Francisco López Muñoz (the influence of sex hormones in the voice of opera singers); Inés Guix Sauquet and Ferran Gedea Edo (nanotechnology against cancer) and Jaime Rodrigo (the law and proactive legislation: new perspectives in legal science).

The *Academic Life* section contains an account of the formal admission ceremonies of various new numerary, corresponding and honorary academicians. The final section consists of an interview with Dr Ramon Cugat, an internationally recognized expert in orthopaedic and trauma surgery, active mainly in the world of sport. He is an expert in injuries of the knee, and a pioneering user of arthroscopic techniques in Spain. He was a member of the team of

orthopaedic surgeons engaged for the Barcelona Olympic Games of 1992. He has been using growth factors in his treatments since early in the year 2000 and, since 2013, stem cells for the treatment of injuries to the anterior cruciate ligament and cartilage. He has been associated throughout his working life with the Footballers' Mutual Association of Catalonia, where he has operated on thousands of footballers of all league levels, including Barcelona Football Club. He has worked in hospitals in Spain, the UK and the United States. He is currently co-director of the Department of Orthopaedic and Trauma Surgery of the Quirón Hospital in Barcelona, chairman of the governing trust of the García Cugat Foundation for research into biomedicine, a subject that he speaks about in the interview, and chairman of the medical board of the Footballers' Mutual Association of Catalonia of the Spanish Royal Football Federation. He is an associate professor of the medical faculty of the University of Barcelona and of CEU Cardenal Herrera University of Valencia, as well as being co-director of the Chair of Medicine and Regenerative Surgery created 2013 as a joint initiative of the latter university and the García Cugat Foundation.

We began by mentioning the Olympic Games and their universal desire for a truce to avoid human conflict, where other human activities have sadly proved to be mediocre. It is difficult in this respect not to lament Italy's enthusiasm for the Five-Star Movement; the discovery virtually every day of another suspected case of *playing dirty*, including "wars" conducted online; the growing danger of the respective heads of state of the United States and Russia and the block affecting the institutional renewal of the European Union (with cross-sectional lists and the decision process for appointing a President of the Commission).

Closer to home, for anyone living in Spain, Madrid and Barcelona currently share an enthusiasm for internal division and have virtually forgotten their mutual antagonism. They seem comfortable with this situation, which leaves them further and further away from real politics, as they suffer from an ever-increasing dose of indifference on the part of citizens. Children and adults are still dying in the Mediterranean, likewise to general indifference. On 8th March a global women's movement will register its protest against the inequalities that continue to persist in all spheres of life, in a year which also marks the 130th anniversary of the birth of Clara Campoamor. She managed in 1931, as a respected member of Spain's parliament, to establish women's right to vote. This *mortal sin* led to her being consigned to obscurity and exile for the rest of her days.



TEMES DEL NOSTRE TEMPS

TEMAS DE NUESTRO TIEMPO

**LOS DEBATES DE LA
REAL ACADEMIA EUROPEA DE DOCTORES**

**CENTENARIO DE UN PREMIO NOBEL:
CAMILO JOSÉ CELA**



CENTENARIO DE UN PREMIO NOBEL: CAMILO JOSÉ CELA

Xabier Añoveros Trias de Bes, Julio Pérez Cela y Adolfo Sotelo Vázquez

Se comenzó con la presentación de los ponentes por parte del moderador Xabier Añoveros, Julio Pérez Cela, doctor ingeniero industrial y sobrino de Camilo José Cela, con quien tuvo una fluida, continua y directa relación, que es además vicepresidente de la Fundación Camilo José Cela y Rosario Conde de Guadalajara, que preside el hijo de Cela camilo José Cela Conde. Y Adolfo Sotelo Vázquez, catedrático de literatura de la UB, decano de la Facultad de Filología y patrono de la Fundación Pública Camilo José Cela en Padrón y hoy en día el máximo experto sobre Cela del mundo.

Después de hacer un breve curriculum de ambos el moderador leyó una carta que había enviado para la ocasión el hijo de Cela desde California, lamentando no haber podido estar presente en el acto como había sido su inicial deseo.

A continuación, el moderador dio la palabra a Julio Pérez Cela que inició su intervención haciendo una explicación de los antecedentes familiares de Cela, diferenciando por sus diferentes características sus dos ramas la gallega de su primer apellido y la inglesa de su segundo, en la que contó anécdotas de abuelos, tíos, padres, primos y hermanos hasta llegar al nacimiento del escritor en Iria Flavia. Fue un curioso y ameno repaso de los miembros de la familia. Se

centró después en el hijo de Camilo José Cela de quien explicó su trayectoria familiar y universitaria (catedrático de Filosofía del Derecho, Moral y Política en la Universidad de las Islas Baleares) y sobre todo el empeño que ha tenido en resaltar y mantener viva la importancia de su madre Rosario Conde en la organización y éxito literario de su padre y acabó su exposición con el relato de la creación de la antes citada Fundación en Guadalajara, donde vivió el escritor sus últimos años hasta su fallecimiento el 17 de enero de 2002.

Acto seguido se dio la palabra al profesor Adolfo Sotelo Vázquez que inició su brillante y erudita intervención con un repaso a la vida de Cela desde su infancia y juventud, sus primeras relaciones resaltando la importancia que pudieron tener en su futura vida literaria, la posguerra, su implicación con la Falange, su cargo en el aparato de censura del Régimen y su amistad con muchísimos escritores, pensadores y políticos de todo el arco, oficial y clandestino, de la España de entonces.

Hizo una interesantísima explicación de la vida literaria de Cela, pasando uno a uno los libros fundamentales de su catálogo, un auténtico y exhaustivo repaso de su vida a través de sus publicaciones. Empezando con su primer libro “Pisando la dudosa luz del día”, un poemario escrito en 1935, con mucha influencia lorquiana, de Pedro Salinas y de Pablo Neruda. Su posterior dedicación al periodismo, con sus colaboraciones allí donde le admitían un artículo, para poder ir subsistiendo. Hasta la publicación de “La familia de Pascual Duarte”, que, aunque al principio no tuvo excesivo éxito, por lo tenebroso de su texto, poco acorde con una España que quería olvidar su recientísimo pasado de una guerra fratricida y violenta y que soñaba con una recuperación física, económica y moral. Sin embargo, la fuerza de su prosa pudo más que esa primera impresión, hasta convertirse en una novela exitosa y rompedora que es la novela escrita en castellano más traducida después de El Quijote. Según el profesor Sotelo “La Familia de Pascual Duarte” fue como un auténtico aldabonazo en la novelística española.

Le siguió “Pabellón de reposo”, una novela basada y escrita cuando se reponía de una recaída de tuberculosis en un sanatorio de la sierra madrileña, que tampoco tuvo éxito inicial por unas razones parecidas a la anterior. España no quería recordar de momento sanatorios ni hospitales después de haber pasado la guerra. Siguió” Nuevas andanzas y desventuras del Lazarillo de Tormes”, pero el sabio consejo de Juan Aparicio (uno de los puntales de la propaganda y comunicación franquista), que le dijo, déjate de truculencias y enfermedades y escribe una novela que comience en la calle Alcalá, que era donde vivía cela, y

de ahí nació La Colmena, su obra cumbre. Una vez concluida, tuvo muchísimas dificultades de censura para su publicación, hasta el punto de que como pasaban los años y no se conseguía el preceptivo permiso hubo de ver la luz en Buenos Aires en 1952. Poco a poco fue haciéndose grande, hasta estar considerada como una de las novelas más importantes de la novelística en español. Comentó así mismo con detalle su aventura literaria venezolana para escribir “La Catira”, los preparativos y desarrollo su viaje a la Alcarria que culminó con la aparición del relato de viajes más original y leído en lengua castellana. Hizo Hincapié en la importancia de otras dos novelas suyas “Mrs. Caldwel habla con su hijo” sobre una curiosa y atormentada relación materno filial y “Mazurca para dos muertos”, una de las tres novelas de contenido y desarrollo gallego que tenía previsto escribir, pero que quedó en una sola. Se trata de una novela de la Galicia rural con su crudeza, su poesía, su simbolismo y su realismo.

Fue un prolífico repaso, realizado con todo lujo de detalles, anécdotas y realidades de su vida literaria, no siempre fácil. Terminó también con la muerte del escritor.

A continuación, los ponentes contestaron aclarando y detallando las diversas preguntas que les realizó el moderador, sobre lo que cada uno de ellos acababa de exponer, pero por lo avanzado de la hora hubo de cerrarse desgraciadamente una velada que todavía podía dar mucho de sí, ya que se encontraba en lo más álgido e interesante del coloquio.

Una jornada más de las organizadas por la RAED, que resultó un verdadero éxito, por la sabiduría y conocimiento del tema de los ponentes, que los asistentes lo demostraron con la atención que siguieron todo el acto y los grandes aplausos con que obsequiaron a los ponentes al acabar la sesión.







□ □ □

DEBATE:

LAS NOCIONES DEL INFINITO



NOCIONES DEL INFINITO

Dr. Daniel Turbón Borrega

Académico Numerario de la RAED

Catedrático Emérito de la Universidad de Barcelona

PRESENTACIÓN

El 30 de noviembre de 2017 se celebró, en la RAED, el coloquio *Nociones del Infinito*, con la intervención de destacados ponentes de diversas ramas del saber. Promovidas por la Sección de Humanidades de la RAED, este libro recoge las ponencias de cuatro planos del Conocimiento, algunos de los cuales se han desarrollado en los últimos siglos debido al progreso de las ciencias experimentales. Los saberes de estos niveles del Conocimiento no son contradictorios sino complementarios, y tal distinción, de no ser tenida en cuenta, lleva a la confusión en los debates.

Desde luego, el Infinito es un tema demasiado bulente y vivo, perenne y de gran vitalidad, como para poderlo antologizar. Un concepto demasiado amplio, fascinante y complejo. Un tema que invita al lector, necesariamente, al diálogo crítico, al desacuerdo, a la restricción. Lo contrario sería muy extraño. Mas no por ello las cuatro contribuciones aquí presentadas dejan de ser objetivas, rigurosas, sugerentes, sin distorsiones ni estrecheces. Las cuatro, de alta envergadura intelectual, son opciones inevitables y necesarias, so pena de desorientarse en un conglomerado anárquico y acumulación pasiva de información.

Los autores han movilizado todo su enorme saber, científico y filosófico, y toda su pasión intelectual en busca de la esencia de lo Infinito, y guían al lector manejando esta sustancia universal como alfarero la arcilla. Un recorrido por los senderos de la filosofía, de la historia y de la ciencia experimental y, en definitiva, de un tema que nos concierne profundamente, pues el ser humano percibe en él una hondura que le empapa de preocupación por sentirse solo en la inmensidad insensible del universo.

El cosmos griego es finito y está centrado en el hombre. La cosmología helénico-medieval (sobre todo Tolomeo, Dante y Santo Tomás), proporcionó una absoluta seguridad al hombre. Esta seguridad empezó a tambalearse, entre otras, con la aparición de la obra de Copérnico (1543), que coloca al Sol en el centro del cosmos. El universo aparece a partir de ese momento como infinito. Pascal intenta, en sus *Pensées* (1669), responder a la angustia de este hombre que ha dejado de ser el centro del cosmos, que ha perdido su seguridad.

David Jou, fue el primer ponente en intervenir, contestando a la pregunta: “¿Es infinito el Universo?” Es físico y poeta, catedrático de Física en la Universidad Autónoma de Barcelona e investigador en física de procesos irreversibles. Entre otros ensayos, ha publicado el libro «Poesía del infinito. Ciencia y mística», sobre el infinito en la ciencia, en el arte y en la mística. Desde la óptica de la Cosmología moderna, para David Jou, la realidad del infinito no queda corroborada ni contradicha por la física. Desde el punto de vista de la razón, el problema de la existencia física del infinito tiene cierta analogía con el problema la existencia de Dios.

El segundo ponente Antoni Prevosti Monclús introdujo el contrapunto filosófico. Profesor Titular de Filosofía en la Universidad de Barcelona, ha impartido asignaturas de Filosofía de la Naturaleza, de Teoría del Conocimiento y de Problemas Filosóficos, así como cursos de doctorado y de máster. Su investigación se ha centrado en Aristóteles (su Física, la teoría del infinito, el concepto de tiempo), en Santo Tomás y, también, en el pensamiento chino clásico, confucianista y taoísta. Ha sido director del Departamento de Filosofía Teórica y Práctica y, después, del Departamento de Filosofía de la UB. Actualmente es vicedecano de la Facultad de Filosofía. Es presidente de la sección española de la Sociedad Internacional Tomás de Aquino.

En plano filosófico, los filósofos modernos han tenido especial interés en distinguir *infinito* de *indefinido*. Aristóteles aplicaba *infinito* al acto, *indefinido* a la potencia. Contestando a la pregunta “¿Cómo podemos conocer el infinito si

somos finitos?” Antoni Prevosti propone distinguir un infinito según la materia y un infinito según la forma. El infinito según la materia es el infinito privativo, el que le interesaba a Aristóteles como infinito en sentido propio. El infinito según la forma es meramente negativo, «como la voz es invisible», pero significa perfección y puede atribuirse a Dios.

La tercera ponencia fue desarrollada por Pilar Bayer contestado a la pregunta: “Para la matemática, para los matemáticos en general, y para usted en particular, ¿qué es infinito?”. A partir de Georg Cantor (1883) se admite en la *teoría de conjuntos*, como un axioma, que existen conjuntos que pueden ponerse en correspondencia biunívoca con uno de sus subconjuntos estrictos. Para estos conjuntos, llamados *infinitos*, ya no es cierto que “el todo es mayor que la parte”. Para no desconcertarse antes propuestas así, Pilar Bayer escribe un largo y luminoso texto en el que analiza el concepto de infinito, desde el punto de vista matemático, del modo más completo y preciso. Su contribución mira al pasado para tornar al presente. Las preguntas sobre el infinito surgieron de forma temprana en la historia de la humanidad. Mediante las diferentes formas en que las matemáticas tratan el concepto de infinito nos conduce por sus diferentes significados, dependiendo del contexto en que se considere.

Pilar Bayer Isant es catedrática de álgebra de la Universidad de Barcelona desde el año 1982. Ha sido también profesora de la Universidad Autónoma de Barcelona, de la Universidad de Cantabria y de las Universidades alemanas de Regensburg y de Göttingen. Es académica numeraria de cuatro Academias, nuestra entre ellas y desde hace más de veinte años. Su labor investigadora, reconocida internacionalmente, se centra en el campo de la teoría de números, con aportaciones notables al estudio de las ecuaciones diofantinas. Es autora de 150 publicaciones científicas, una decena de las cuales son libros y monografías. Ha dirigido 15 tesis doctorales. Está en posesión de la Medalla Narcís Monturiol al mérito científico y tecnológico; del Premio Sierra de Oro en la modalidad de investigación, y de la Medalla de la Red Vives de Universidades. El curso pasado fue nombrada profesora emérita de la Universidad de Barcelona.

Cerró el turno de ponencias, antes del debate, Ignasi Saranyana. Doctor en Teología, Doctor en Filosofía y Letras (filosofía), “membro in carica” del Pontificio Comité de Ciencia Históricas del Vaticano, correspondiente de la Real Academia de la Historia, y ahora presidente de la sección de Humanidades de la RAED.

La reflexión filosófica es y seguirá siendo una forma insustituible para que el ser humano se conozca a sí mismo y conozca también su relación con el mundo. La Teología es igualmente necesaria. Saranyana responde a la cuestión: “¿Cuándo entra en la teología el tema del infinito, como sujeto específico de análisis? ¿Quizá tarde?” El ponente nos presenta las diferentes aproximaciones epistemológicas, según los grados de abstracción, con especial incidencia en Juan Duns Escoto, hasta quien la noción de infinito era meramente conceptual. En Duns Escoto encontramos ya la noción de infinito aplicada directamente a Dios.

No cabe sino felicitar a la RAED y a su Sección de Humanidades, promotora del coloquio por tan excelente iniciativa. Sólo resta expresar mi profundo reconocimiento al Prof. Ignasi Saranyana, así como al presidente de la RAED, Prof. Alfredo Rocafort, por haberme encomendado moderar el coloquio RAED *Nociones del Infinito*, así como esta Presentación.



PONENCIAS

Nociones del infinito



LES NOCIONS D'INFINIT EN MATEMÀTIQUES

Dra. Pilar Bayer Isant

Reial Acadèmia Europea de Doctors
Universitat de Barcelona

Abstract

Questions about infinity arose very early in the history of mankind. In this paper we attempt to explain the different ways in which mathematics deals with the concept of infinity. Infinity in mathematics can have different meanings, depending on the context in which it is considered. In most cases, clarifying this concept has taken many decades and has required the dedication of daring, bright minds: daring, because in early times the practical use of infinity had to be materialized without any solid justification; brilliant, because the history of mathematics is rich in examples of people who were able to separate the accessory from the essential in order to introduce infinity in the standards of mathematical practice.

Resumen

Las preguntas sobre el infinito surgieron de forma temprana en la historia de la humanidad. El propósito de este artículo es explicar las diferentes formas en que las matemáticas tratan el concepto de infinito. El infinito en matemáticas puede tener diferentes significados, dependiendo del contexto en que se considere. En la mayoría de los casos, aclarar este concepto ha requerido muchas décadas y el concurso de mentes atrevidas y brillantes: atrevidas, porque en los primeros tiempos el uso práctico del infinito tuvo que materializarse sin justificaciones sólidas; brillantes, porque la historia de las matemáticas es rica en ejemplos de personas que fueron capaces de separar lo accesorio de lo esencial a fin de incorporar el infinito en los estándares de la práctica matemática.

¹P. Bayer és catedràtica emèrita de la Universitat de Barcelona i acadèmica numerària de la Reial Acadèmia Europea de Doctors.

²Aquest treball forma part del projecte MTM2015-66716-P.

³AMS *Subject classification*: Primary 01A85; Secondary 03-02.

Índex

Introducció

1 L'infinít en la geometria

- 1.1 L'infinít en la geometria grega
- 1.2 L'infinít en la geometria medieval
- 1.3 L'infinít en la geometria projectiva
- 1.4 L'infinít en les geometries no euclidianes

2 L'infinít en l'anàlisi matemàtica

- 2.1 Sumes infinites
- 2.2 L'infinít en el càlcul infinitesimal
- 2.3 Les nociions de límit i de continuïtat
- 2.4 L'infinít en l'anàlisi no estàndard

3 L'infinít en l'aritmètica

- 3.1 La infinitud de la quantitat de nombres primers
- 3.2 Els decimals de pi
- 3.3 Les particions d'un nombre
- 3.4 Nocions de complexitat algorítmica

4 L'infinít en la teoria de conjunts

- 4.1 Conjunts finits i conjunts infinitis
- 4.2 Conjunts numerables
- 4.3 Nombres transfinitos
- 4.4 La hipòtesi del contínuum

Epíleg

Introducció

L'Infini est le gouffre où se perdent nos pensées.
Jean Sylvain Bailly, 1785, [2]

En el decurs de la història de la matemàtica, el concepte d'infinit, en les seves modalitats d'infinit potencial i d'infinit actual, ha anat sorgint en moments i circumstàncies diverses, sovint lligades a qüestions filosòfiques i de fonda-mentació de la pròpia matemàtica. Avui, però, i després del treball de moltes generacions, la matemàtica empra en la seva pràctica l'infinit amb tota naturalitat. La seva presència és gairebé constant en els raonaments deductius i en els càlculs, i les pors del passat podem dir que han estat superades. En aquest escrit ens aproparem a algunes de les manifestacions més bàsiques i fonamentals de la història de l'infinit matemàtic.

En els seus inicis, les matemàtiques egípcia, babilònica, xinesa i hindú foren eminentment pràctiques. Però, cap al segle VI aC, la matemàtica grega esdevingué, a més, una disciplina intel·lectual sotmesa a lleis de raonament estrictes, que abocaren els filòsofs i matemàtics grecs al concepte d'infinit. Així, l'infinit és tractat pels filòsofs eleàtics (s. V aC); per Platò, Aristòtil i Èudox de Cnídos (s. IV aC); i per Euclides i Arquimedes (s. III aC), entre d'altres.

Les actituds dels filòsofs i dels matemàtics vers l'infinit foren essencialment diferents. Els filòsofs grecs, com ara Zenó d'Elea, Platò i Aristòtil, tractaren sovint l'infinit i n'oferiren visions diverses posant de manifest moltes contradiccions a les quals conduïa el seu ús. Els geòmetres grecs, en canvi, intentaren evitar-lo a fi de no incorrer en contradiccions; hom parla del seu *horror infiniti* [25]. Així, per Euclides, les línies rectes eren, de fet, el que avui anomenem segments; és a dir, trossos de recta extensibles potencialment a longitud arbitrària. El mateix val a dir del pla o de l'espai euclidians. L'enfocament d'avui és considerar les línies (de la geometria euclidiana) perllongades en ambdues direccions. En els *Elements* d'Euclides, l'obra magna de la geometria grega, el seu autor anirà tan lluny com pugui sense fer ús de l'axioma de les paral·leles a fi que els seus resultats siguin el més generals possibles. Tot i que haurà de reconèixer l'infinit potencial, Euclides tractarà d'evitar l'ús de l'infinit actual (cf. [22], [23]).

Si bé els matemàtics grecs intentaren eludir l'infinit actual, no pogueren eludir l'ús de l'infinit potencial, en tant que aquest ja és present com a realitat matemàtica en l'estudi dels nombres naturals i dels nombres primers.

La matemàtica medieval, dedicada en gran part a la traducció i revisió de la matemàtica grega i a la invenció de l'àlgebra, donà lloc a un període en

què l'infinít no fou especialment problemàtic, tot i que hi trobem intents de sumar sèries infinites. Però on és especialment remarcable la presència de l'infinít és en la geometria del Renaixement i del Barroc. La introducció de les coordenades el segle XVII per part de René Descartes i Pierre de Fermat facilitaria la transformació de problemes geomètrics en problemes numèrics, amb l'avantatge que l'infinít geomètric esdevindria tractable numèricament.

El mètode axiomàtic aplicat pels grecs a la geometria es féu extensiu en el decurs dels segles a tota la matemàtica. Progressivament, el pensament matemàtic es dirigí a considerar cada branca de la matemàtica delimitada per un conjunt d'axiomes i regles d'inferència que permeten deduir-ne els teoremes. Per a la construcció de la geometria euclidiana, David Hilbert (1862-1943) proposà 20 axiomes i 6 nocions primitives, que no es defineixen, a *Grundlagen der Geometrie* de 1899 (cf. [11]); i provà la independència d'aquests axiomes i la seva consistència relativa. Però el ben conegut desig de Hilbert d'axiomatizar totes les disciplines matemàtiques es veuria aturat per la crisi de fonaments esdevinguda a la fi del segle XIX i en la qual l'infinít hi tingué un paper remarcable.

En el decurs dels segles XIX i XX, el concepte d'infinít numèric quedaría clarificat amb la fonamentació de l'anàlisi matemàtica i amb la creació de la teoria de conjunts.

La història de l'infinít matemàtic és una història d'una munió de persones que no es varen donar mai per vençudes a l'hora de fer front a antinòmies, apories, i a la modificació i adaptació de principis llargament tinguts per fonamentals. Així, la història de l'infinít matemàtic és una manifestació de la capacitat de l'enginy i de la constància humanes per superar situacions aparentment contradictòries o inabastables.

1 L'infinít en la geometria

1.1 L'infinít en la geometria grega

Un estudi exhaustiu de les aportacions dels grecs a la matemàtica es troba a les obres de l'acadèmic Josep Pla i Carrera [21], [22], [23]. En aquest apartat, nosaltres ens limitarem a esmentar els trets principals de la matemàtica grega que tenen relació amb el concepte d'infinít.

Apories eleàtiques

Zenó d'Elea (ca. 490–430 aC) ha estat considerat com el fundador de la filosofia de l'infinit. És esmentat en el *Parmènides* de Plató com a instructor de Sòcrates, on utilitza quatre arguments per provar la impossibilitat del moviment. Transmeses també per Aristòtil, les quatre apories de Zenó es coneixen amb els noms de Dicotomia, Aquil·les i la tortuga, de la Fletxa, i de l'Estatí. Des d'un punt de vista matemàtic, Zenó s'enfrontà a tres problemes: el problema dels infinitesimals, el problema de l'infinit, i el problema de la continuïtat. Les eines matemàtiques per a la seva comprensió no arribarien fins al segle XIX. Les apories de Zenó són difícils de tractar sense el concepte previ de nombre real. A més, en totes elles hi ha implícita la no distinció entre un model matemàtic i una realitat física. Esmentarem aquí únicament el conegut relat d'Aquil·les i la tortuga:

El guerrer dels peus lleugers corre per tal d'atravar una tortuga que li porta un cert avantatge. Mai, però, ho aconseguirà perquè cada cop que arribi allí on la tortuga es troba abans, aquesta s'haurà desplaçat un cert espai i retornaran indefinidament a la situació anterior.

El problema rebé interpretacions diverses per part de Aristòtil, Arquimedes, Bertrand Russell, Ludwig Wittgenstein i Hermann Weyl, entre d'altres.

Comentari 1. A [24], Russell raona de la manera següent: si Aquil·les atrapés la tortuga, hauria estat en més llocs que la tortuga en el mateix interval de temps; però això no és possible perquè en cada instant de temps la tortuga i Aquil·les estan en un lloc determinat. D'ací els antics deduïen que Aquil·les no podia atrapar mai la tortuga. El raonament era aparentment correcte, sempre que, però, s'admetés l'axioma que el tot era més gran que la part. Però com que la conclusió dels antics és absurda, només resta rebutjar l'axioma i, en fer-ho, ja tot esdevé correcte i Aquil·les atrapa la tortuga.

Comentari 2. Des d'un punt de vista físic més avançat, si tenim en compte la fórmula $e = vt$ que calcula l'espai e recorregut per un móbil que es mou amb velocitat constant v durant un temps t , podem raonar de la manera següent: sigui e_A i e_T els espais recorreguts per Aquil·les i la tortuga amb velocitats v_A i v_T , respectivament, i sigui d l'avantatge de sortida de la tortuga respecte de la posició d'Aquil·les. Al cap de t instants, tindrem que

$$e_T = d + v_T t, \quad e_A = v_A t.$$

En igualar els dos espais recorreguts, s'obté l'equació en t :

$$d + v_T t = v_A t,$$

que té per solució $t = d/(v_A - v_T)$. I Aquil·les haurà atrapat la tortuga al cap de $d/(v_A - v_T)$ instants i d'haver recorregut una distància $dv_A/(v_A - v_T)$.

Comentari 3. Si emprem sèries infinites, podem procedir d'una manera més propera al plantejament de Zenó i calcular els espais recorreguts al cap de $t/2$ instants, $t/4$ instants, etc.:

$$\begin{aligned} e_A &= v_A t \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \cdots + \frac{1}{2^n} + \dots \right) = v_A t, \\ e_T &= d + v_T t \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \cdots + \frac{1}{2^n} + \dots \right) = d + v_T t. \end{aligned}$$

En igualar els dos espais recorreguts, obtenim la mateixa equació en t que abans.

Les respistes anteriors són correctes en el sentit matemàtic. Pressuposen que el temps i l'espai són *infinitament divisibles*, que un mòbil ocupa una posició precisa en cada instant precís i que pot canviar infinites vegades la seva posició. D'acord amb aquests supòsits, els antics raonaven que qualsevol mòbil, abans de córrer un metre, calia que recorregués mig metre, un quart de metre, un octau de metre, etc., amb la qual cosa ni tant sols podia posar-se en moviment! El límit de totes les distàncies que podia recórrer era zero, però en cada cas concret, la distància recorreguda o l'espai de temps emprat no ho eren. Amb el temps s'arribaria a comprendre la natura dels nombres reals i, en aquests, a diferència del que passa amb els nombres naturals, no té sentit parlar del nombre real que segueix a un nombre real donat: entre dos nombres reals (o racionals) donats sempre hi ha una infinitat de nombres reals (o racionals) i, a més, en el cas dels reals no hi ha forats (és la completenessa). Els nombres reals servirien per proporcionar *models matemàtics* del temps i de l'espai, aptes per al càlcul però que no s'han de confondre amb la *realitat física*, molt més allunyada del nostre abast intel·lectual.

Primers encontres amb l'infinít

D'acord amb Aristòtil, el que és material es compon d'acte i de potència. L'acte significa la seva realització i perfecció (forma). La potència és la possibilitat de ser quelcom (matèria). Una substància material és un compost de matèria i de forma.

Aristòtil aplica les mateixes consideracions a l'infinit i així distingeix entre *infinit en acte* i *infinit en potència*. Per a ell, de fet, l'infinit en acte no es pot donar; l'infinit només es pot donar en potència. Contrastà amb aquesta afirmació el fet que per a Aristòtil el moviment de les esferes celestes fos “sense començament ni final”, la qual cosa conduí a la consideració de l'infinit en el seu aspecte temporal. Si bé fins al Renaixement prevalgué la concepció aristotèlica de l'infinit, l'affirmació sobre l'eternitat del món va trobar opositors des de l'Edat Mitjana. Així, Thābit ibn Qurra (836-901), natural d'Anatòlia i integrat en el cercle de savis de Bagdad, s'oposà a la idea que el món fos etern. Avançant-se àmpliament a les idees del seu temps, Qurra s'oposà també a les afirmacions aristotèliques segons les quals “el tot sempre és més gran que una part” i que “un infinit no podia ser més gran que un altre”.

Diu Plató en la *República* que els pitagòrics varen ser els primers en qüestionar-se la incommensurabilitat de certes quantitats: si bé per a ells la unitat era una mesura de tots els nombres, varen adonar-se que ni els nombres (naturals) ni els seus quocients ho eren per a la determinació general de les magnituds. Així Aristòtil, en la seva *Metàfisica*, proposa una demostració de la irracionalitat de $\sqrt{2}$ basada en la reducció a l'absurd (i que implica, per tant, l'acceptació del terç exclòs). Amb una mirada més actual, el resultat d'Aristòtil ens diu que mai podrem escriure numèricament el valor exacte de $\sqrt{2}$; és a dir, amb totes les seves xifres decimals, perquè aquestes són infinites i no segueixen cap patró preestablert.

El mètode de demostració *reductio ad absurdum* fou ja emprat per Sòcrates (ca. 470–399 aC) i per Procle (412–485 dC). Parteix de la hipòtesi que nega precisament allò que es vol demostrar. Aristòtil presenta la descoberta pitagòrica de la incommensurabilitat de la diagonal d'un quadrat respecte del costat com un exemple de demostració per reducció a l'absurd: donat un quadrat de costat c i diagonal d , si

$$\frac{d}{c} = \frac{p}{q}, \quad p, q \text{ nombres naturals coprimers,}$$

en aplicar el teorema de Pitàgores, tindríem que

$$d^2 = 2c^2; \text{ és a dir } p^2 = 2q^2;$$

per tant, p seria parell, però aleshores q hauria de ser senar i parell a la vegada, la qual cosa és absurda.

En el *Teetet*, Plató fa referència a la irracionalitat de les arrels quadrades dels primers nombres naturals que no són quadrats perfectes i arriba fins a

considerar la irracionalitat de $\sqrt{17}$. El tema seria reprès en el llibre X dels *Elements* d'Euclides.

En la *Física*, Aristòtil distingeix entre *nombre* i *magnitud*. Magnitud és una quantitat mesurable i divisible fins a l'infinít i defineix la continuïtat com allò que és infinitament divisible. Per als grecs, els nombres havien de ser tractats com a discrets, però les magnituds, com a contínues. Les magnituds podien mesurar longituds, àrees, volums, intervals de temps, etc. Segons aquesta manera de pensar, la geometria era més escaient per a l'estudi de les magnituds contínues i l'aritmètica ho era per al de les col·leccions finites.

L'infinít en Euclides

Euclides (ca. 325–265 aC) organitzà els *Elements* en definicions, postulats i nocions comunes que són els constituents de les proposicions o teoremes. D'acord amb la metodologia aristotèlica, Euclides exclou qualsevol problema geomètric que no sigui resoluble amb regle i compàs en un nombre finit de passos i evita tant com pot recórrer a l'infinít.

Les primeres definicions dels *Elements* són: 1. Un *punt* és allò que no té cap part. 2. Una *línia* és una longitud sense amplada. 3. Els *extrems* d'una línia són punts. 4. Una *línia recta* és la que descansa igualment sobre tots els punts.

Així mateix, per a Euclides, les superfícies són limitades, fitades i tancades per línies. Amb tot, l'infinít es troba implícit en els *Elements*. Per exemple, en la consideració de les rectes paral·leles, atès que aquestes estan contingudes en un pla i no es tallen mai, afirmació que contempla la capacitat de perllongar-les indefinidament. L'infinít geomètric és diferent del concepte habitual d'il·limitat. Així, la superfície esfèrica és un espai il·limitat; és a dir, sense frontera, però d'àrea finita.

Euclides anomenarà magnituds commensurables aquelles que es mesuren amb la mateixa mesura, i incommensurables aquelles de les quals no és possible trobar una mesura comuna. El Llibre V dels *Elements* conté un estudi detallat de les raons A/B entre magnituds. Conté la teoria de la proporció, aplicable a magnituds commensurables o bé incommensurables. Euclides eludeix així el problema plantejat per la descoberta pitagòrica dels nombres iracionals. Un dels èxits d'Èudox de Cnidos (408–355 aC) havia estat la definició de raó o proporció, és a dir, la igualtat de relacions, $A/B = C/D$. Abans d'aquesta definició, era difícil tractar amb proporcions no numèriques; és a dir, el que actualment anomenem nombres iracionals. Un aspecte important és donat per la propietat arquimediana de les magnituds: per a cada

parella de magnituds A, B , existeix un nombre natural k tal que $kA > B$.

Per als grecs, quadricular una figura volia dir *construir* un quadrat de la mateixa àrea. És a dir, portar a terme la determinació de la seva àrea. Per a tal fi, Platò només admetia l'ús del regle i del compàs i la construcció portada a terme en un nombre finit de passos. En el Llibre II dels *Elements* es resol el problema de la quadratura de figures poligonals delimitades per segments rectilinis. Hi resta però pendent la construcció de la quadratura del cercle, equivalentment, el càlcul de π , atès que

$$\ell^2 = \pi r^2 \iff \pi = \left(\frac{\ell}{r}\right)^2.$$

El problema que no pogueren solucionar els grecs era, de fet, irresoluble (cf.3.2).

L'estudi dels nombres primers es remunta a l'escola pitagòrica. Euclides tracta aquests nombres en els capítols aritmètics dels *Elements*, on hi trobem els teoremes que segueixen.

Theorem 1.1. *Tot nombre (natural > 1) és o bé primer o bé divisible per un nombre primer.*

Theorem 1.2. *Existeix una quantitat de nombres primers superior a tota quantitat donada.*

En la demostració del primer teorema, Euclides usa el “descens infinit”. En el segon, Euclides demostra la infinitud potencial dels nombres primers: donada una col·lecció finita de primers, hi ha un primer que no hi és. En efecte, suposem donada una col·lecció finita de nombres primers $P = \{p_1, \dots, p_n\}$ i considerem el nombre que s'obté en multiplicar-los tots i sumar-hi una unitat

$$m = p_1 \cdots p_n + 1.$$

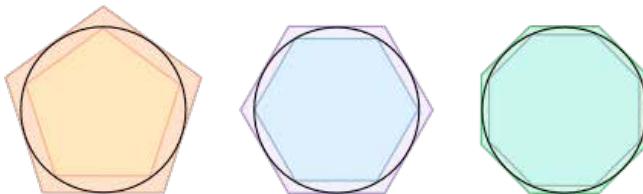
Atès que el nombre m és més gran que 1, existirà un primer p tal que m és divisible per p . Com que p no divideix la diferència $m - p_1 \cdots p_n = 1$, p no pot ser de P .

Fixem-nos, també, en la manera curiosa que té Euclides d'evitar esmentar l'infinit en l'enunci del seu teorema. La infinitud del conjunt de nombres primers vol dir que el nombre de primers que podem tenir en un conjunt és il·limitat. L'affirmació és diferent del que succeeix en geometria on hem vist que els conceptes d'infinit i il·limitat són diferents.

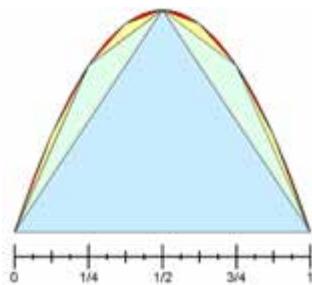
L'infinít en Arquimedes

Un dels èxits de la matemàtica grega va ser la descoberta del mètode d'exhaustió, que en el fons implica fer ús de l'infinít en potència. Consisteix en aproximar el càlcul de l'àrea d'una figura plana a partir de les àrees de polígons inscrits i circumscrits a la mateixa. (O bé, en aproximar el volum d'un sòlid a partir dels volums de sòlids polièdrics que li són inscrits i circumscrits.) Aquest mètode fou emprat per Arquimedes amb el qual va obtenir l'aproximació següent de π :

$$3 + \frac{10}{71} < \pi < 3 + \frac{10}{70}, \quad 3.14085 < \pi < 3.14286.$$



La gràfica següent il·lustra el mètode d'Arquimedes per portar a terme la quadratura d'una paràbola, en què suposem que el triangle té àrea igual a 1. Notem que l'obtenció d'un resultat exacte implica sumar els termes d'una progressió geomètrica infinita de raó $1/4$.



$$1 + 2 \left(\frac{1}{8}\right) + 4 \left(\frac{1}{8}\right)^2 + 8 \left(\frac{1}{8}\right)^3 + \dots = \frac{4}{3}.$$

La manca d'un bon sistema de numeració feia que els matemàtics grecs no se sentissin còmodes amb el concepte d'infinít. Val la pena donar un cop d'ull a l'*Arenari* [1], l'obra d'Arquimedes en la qual es proposa escriure un nombre més gran que el nombre de grans de sorra que caben a l'univers. En

no disposar d'una manera eficient de representar nombres grans, hauria pogut caure a la temptació de parlar d'"infinit". Però Arquimedes fa palès al rei Geló I de Siracusa que el nombre de grans de sorra de l'univers és finit i es pot comptar. Per a tal fi, empra un sistema per representar nombres molt grans equivalent a treballar en un sistema posicional de base 10^8 . Estudiosos de l'obra han calculat que el nombre de grans de sorra que Arquimedes proposa per omplir l'univers descrit per Aristarc de Samos "és menor que $10.000.000$ unitats d'ordre vuitè", és a dir, menor que $10^7 \times 10^{56} = 10^{63}$. Curiosament, avui en dia, s'estima que la nostra Galàxia compta amb $10^{11} \times 10^{57} = 10^{68}$ àtoms.

1.2 L'infinit en la geometria medieval

Les fites principals de la matemàtica medieval es portaren a terme pels matemàtics del món islàmic. El segle XI és el de les grans traduccions del grec a l'àrab, que preservaren la matemàtica grega i serviren per avançar en el seu coneixement. A l'Edat Mitjana tingué lloc la difusió de la notació hindú-aràbiga per als sistemes de numeració i dels algoritmes per a la realització de les operacions elementals, fets recollits en el *Liber abaci* de Leonardo de Pisa (1175–c. 1250), més conegut com a Fibonacci. La primera edició és de l'any 1202 (cf. [10]). Amb tot, aquest text no esdevingué mai una obra popular. Disposar per primera vegada d'una notació còmoda per a la representació dels nombres aportà avenços espectaculars i aplanà el camí cap a una posterior comprensió dels nombres que permetria obviar el dificultós tractament de la teoria de les magnituds. Al-Kashi (ca. 1436) estava especialment orgullós de l'aproximació que havia obtingut del nombre π amb catorze decimals bons:

$$\pi = 3,14159265358979\dots$$

La fita d'Al-Kashi es pot recordar amb el recurs mnemotècnic consistent en comptar les lletres de les quinze paraules de la frase següent:

How I want a drink, alcoholic of course, after the heavy lecture involving quantum mechanics.

Els àrabs feren així mateix avenços en el desenvolupament de la trigonometria plana, en la creació de la trigonometria esfèrica i, com a aplicació, en astronomia a partir de la seva traducció i estudi de l'*Almagest*, l'obra cabdal de Claudi Ptolemeu (s. II) basada en un sistema geocèntric. L'Edat Mitjana veié el naixement de l'àlgebra, de la mà al-Khwârizmî, així com també els primers intents de sumació de sèries infinites.

Els intents fallits dels àrabs, seguint les petges de Ptolemeu i Procle, per demostrar el postulat de les paral·leles en el marc de la geometria euclidiana contribuïren als avenços posteriors en la formalització d'altres geometries.

Especulacions escolàstiques sobre les quantitats i el continu foren portades a terme per Sant Tomàs d'Aquino. Curiosament, es discutí si els àngels eren o no indivisibles, si molts àngels podien estar en un espai finit i, fins i tot, si infinitis àngels podien fer-ho. En certa manera, s'identificaren els àngels amb els punts geomètrics. En el capítol de la *Suma Teològica* [9] dedicat a l'estudi del moviment local dels àngels, trobem el fragment:

Todo el que atraviesa el lugar intermedio, antes recorre el lugar igual a si mismo que otro mayor. El lugar igual al ángel es el punto, ya que el ángel es indivisible. Por lo tanto, si el ángel moviéndose atraviesa el punto intermedio, es necesario que, con su movimiento, atravesie infinitos puntos. Esto es imposible.

Aristòtil havia dit que tot allò que és indivisible no es pot moure. Des del punt de vista matemàtic, un punt és una constant numèrica. Per tractar matemàticament quelcom espacial que es mou cal que sigui representable per unes funcions coordenades numèriques que depenen del temps.

1.3 L'infinít en la geometria projectiva

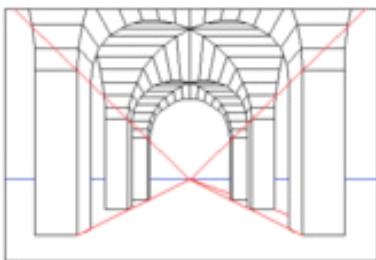


El Sant Sopar, 1498, de Leonardo da Vinci
Santa Maria delle Grazie, Milà

En el Renaixement, el tractament geomètric de l'infinít trobà la seva màxima concreció en l'àmbit de la geometria projectiva. El llenguatge i els conceptes

de la geometria projectiva estan estretament lligats als de la perspectiva en art i foren àmpliament emprats pels pintors del Renaixement. Els diferents punts imaginaris de l'infinit, apreciables en una obra pictòrica perquè hi convergeixen les rectes paral·leles, reberen el nom de “punts de fuga”.

En comparació amb la geometria euclidiana elemental, la geometria projectiva té una configuració diferent, basada en el concepte d'espai projectiu i un conjunt selectiu de conceptes geomètrics bàsics. Per a una dimensió determinada, els punts de l'espai euclidià formen un subconjunt de l'espai projectiu, en tant que aquest consta dels punts euclidians habituals més els punts de l'infinit. En un pla projectiu, per exemple, els punts de l'infinit es poden identificar amb els d'una recta projectiva; dues rectes paral·leles es tallen en un punt de la recta de l'infinit i les diferents direccions d'aquestes corresponen als diferents punts d'aquesta.



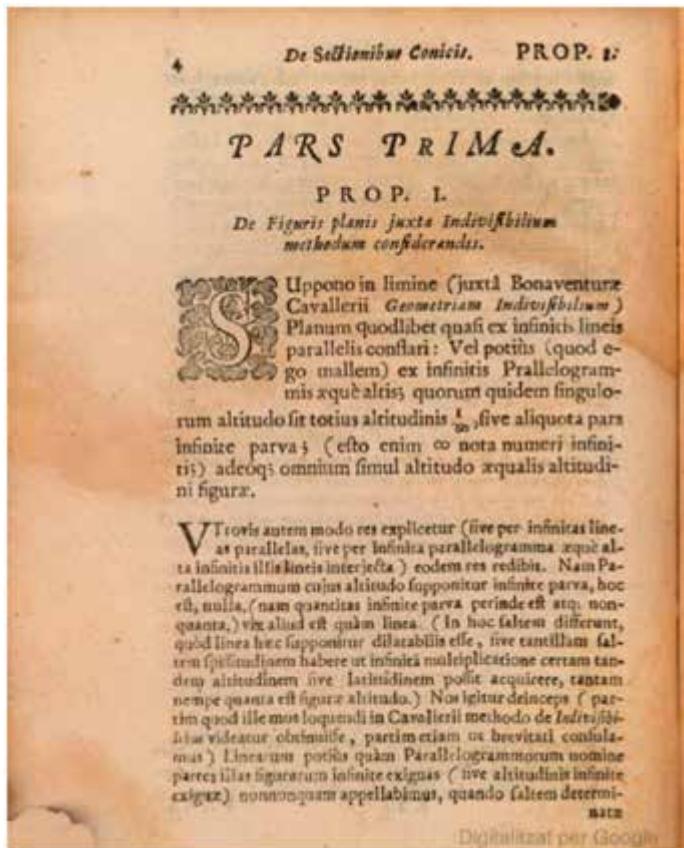
Exemple de punt de fuga



Abbey Road, The Beatles, 1969

Trobem antecedents de la geometria projectiva en l'obra *Tractat sobre les seccions còniques* d'Apol·loni de Perge (262–190 aC). La geometria projectiva fou estudiada el segle XVII per matemàtics com Blaise Pascal (1623–1662) en l'obra *Essai pour les Coniques* i Girard Desargues (1591–1661) a *Brouillon project d'une atteinte aux événements des rencontres du cone avec un plan*. Però va ser Jean-Victor Poncelet (1788–1867) qui va recuperar definitivament la idea de geometria projectiva. Finalment, Felix Klein (1849–1925) va poder establir el lligam entre la geometria euclidiana i la geometria projectiva en una concepció unitària del concepte de geometria. En l'actualitat, la geometria projectiva és àmpliament utilitzada pels sistemes de representació gràfica i de visió per ordinador; la seva versatilitat es manifesta a l'hora de representar en dimensió 2 (2D) objectes en dimensió 3 (3D).

El símbol que representa l'infinít



Digitalitzat per Google

J. Wallis utilitzà el símbol ∞ per primera vegada

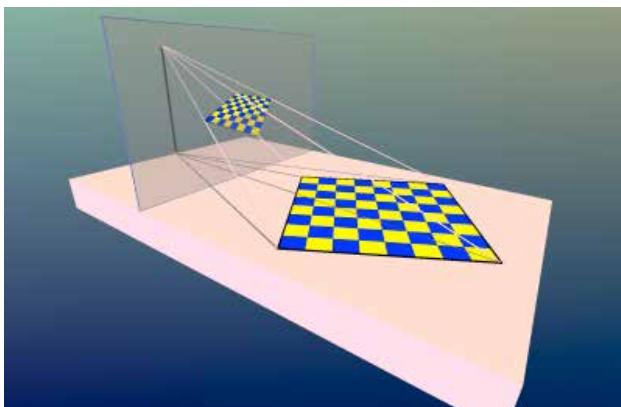
A principis del segle XVII, Francesco Bonaventura Cavalieri (1598-1647) s'adonà que les lleis que regeixen els conjunts finits i els que regeixen els conjunts infinitis podien ser diferents i alhora va començar a enfocar-se amb les dificultats que sorgien de la consideració de sumes d'un nombre infinit de quantitats. El matemàtic britànic John Wallis (1616-1703) fou continuador de la seva obra i a ell es deu la notació



per denotar l'infinít [26]. Correspon a la representació gràfica d'una *lemniscata*. La corba lemniscata (del grec *lemniscos*, cinta o banda) va ser descrita per primer cop l'any 1694 per Jakob Bernoulli com al lloc geomètric dels

punts tals que el producte de distàncies a dos punts focals donats és constant. En el llibre [26], Wallis descompon una superfície en un nombre infinit de paral·lelògrams de la mateixa mida: “una fracció infinitament petita, igual a $1/\infty$, de la superfície total i el símbol ∞ designa l’infinit”. Poc després, l’empraria en la seva obra *Arithmetica Infinitorum* [27], la qual exercí una influència notable en la concepció de Newton del càlcul infinitesimal. A partir de Leonhard Euler (1707-1783) el símbol de l’infinit esdevindria d’ús habitual en la notació matemàtica.

L’espai projectiu



Exemple de projectivitat

Avancem en aquesta part les notacions emprades en l’actualitat per a designar el conjunt de tots els nombres naturals, \mathbb{N} ; dels nombres enters, \mathbb{Z} ; dels nombres racionals, \mathbb{Q} ; i, finalment, dels nombres reals, \mathbb{R} . Aquests darrers comprenen tots els nombres que podem escriure amb la nostra notació decimal, amb un nombre finit o no de decimals.

$$\begin{aligned} 2/7 &= 0.2857142857142857142\dots, \\ \sqrt{2} &= 1.4142135623730950488\dots, \\ \pi &= 3.1415926535897932385\dots, \\ e &= 2.7182818284590452354\dots \end{aligned}$$

Alguns nombres reals

Completada la recta real amb els dos elements impropis $-\infty, +\infty$, se suposa que

$$-\infty < \alpha < +\infty, \quad \text{per a tot } \alpha \in \mathbb{R}.$$

I s'hi opera d'acord amb les regles de càlcul següents:

$$\begin{array}{ll} (+\infty) + \alpha = +\infty, \text{ si } \alpha \neq -\infty; & (-\infty) + \alpha = -\infty, \text{ si } \alpha \neq +\infty; \\ (+\infty) + (-\infty) = \text{indeterminat}; & \\ (+\infty)\alpha = +\infty, \text{ si } \alpha > 0; & (+\infty)\alpha = -\infty, \text{ si } \alpha < 0; \\ (-\infty)\alpha = -\infty, \text{ si } \alpha > 0; & (-\infty)\alpha = +\infty, \text{ si } \alpha < 0; \\ (+\infty)0 = \text{indeterminat}; & (-\infty)0 = \text{indeterminat}. \end{array}$$

La recta projectiva, $\mathbb{P}^1(\mathbb{R})$, és donada per la recta real \mathbb{R} completada amb un punt de l'infinít. Els seus punts es representen per mitjà d'una classe d'equivalència de dues coordenades homogènies diferents de $[0 : 0]$:

$$[x_1 : x_2] \sim [\lambda x_1 : \lambda x_2], \quad \lambda \in \mathbb{R}^*;$$

és a dir, λ de \mathbb{R} i diferent de zero. La recta euclidiana real \mathbb{R} es recupera com $\{[x : 1] \in \mathbb{P}^1(\mathbb{R}) \mid x \in \mathbb{R}\}$. I el punt de l'infinít és donat per: $\infty := \pm\infty = [1 : 0]$. En aquesta situació, s'opera segons les regles de càlcul esteses:

$$\begin{aligned} \frac{1}{0} &= \infty; \frac{1}{\infty} = 0; \\ x \cdot \infty &= \infty, \quad \text{si } x \neq 0; \\ x + \infty &= \infty, \quad \text{si } x \neq \infty. \end{aligned}$$

I, en termes de coordenades homogènies,

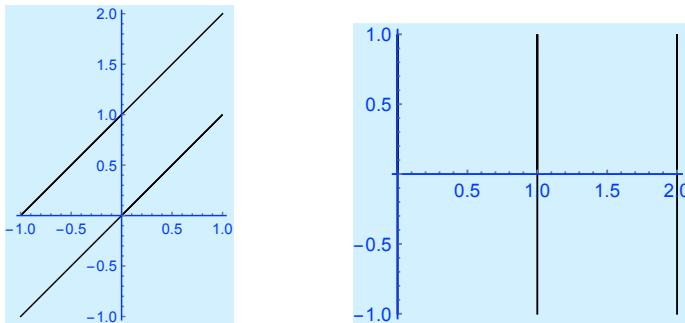
$$\begin{aligned} [x_1 : x_2] + [y_1 : y_2] &= [x_1 y_2 + y_1 x_2 : x_2 y_2], \\ [x_1 : x_2] \cdot [y_1 : y_2] &= [x_1 y_1 : x_2 y_2], \\ [x_1 : x_2]^{-1} &= [x_2 : x_1]. \end{aligned}$$

Els punts del pla projectiu real, $\mathbb{P}^2(\mathbb{R})$, es representen com una classe d'equivalència de tres coordenades homogènies, diferents de $[0 : 0 : 0]$:

$$[x_1 : x_2 : x_3] \sim [\lambda x_1 : \lambda x_2 : \lambda x_3], \quad \lambda \in \mathbb{R}^*.$$

El pla euclidià real \mathbb{R}^2 es recupera com $\{[x : y : 1] \in \mathbb{P}^2(\mathbb{R}) \mid x, y \in \mathbb{R}\}$. Hi podem trobar la recta de l'infinít $X_3 = 0$; $\{[x : y : 0] \in \mathbb{P}^2(\mathbb{R})\}$.

Tot seguit mostrem uns exemples del càlcul del punt de l'infinít on es tallen diferents rectes paral·leles.



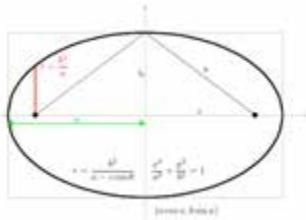
$$\begin{array}{lcl} X_1 - X_2 & = & -X_3 \\ X_1 - X_2 & = & 0 \end{array} \left. \right\}$$

$$P = [1 : 1 : 0]$$

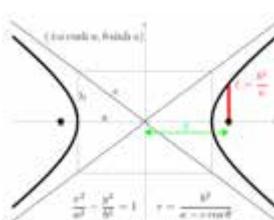
$$\begin{array}{lcl} X_1 & = & X_3 \\ X_1 & = & 2X_3 \end{array} \left. \right\}$$

$$Q = [0 : 1 : 0]$$

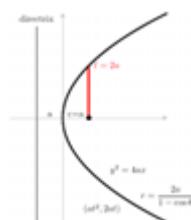
L'equació general d'una cònica projectiva és $aX_1^2 + bX_2^2 + cX_3^2 = 0$. Les figures següents mostren tal com la veiem en el pla euclidià segons la seva posició respecte de la recta de l'infinít.



El·ipse



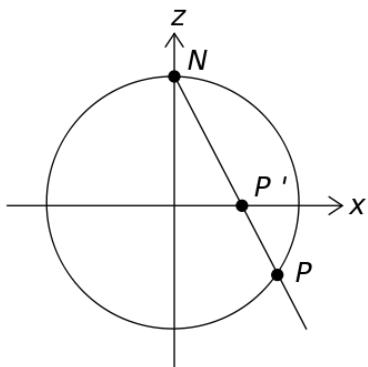
Hipèrbola



Paràbola

En una dimensió n qualsevol, l'espai projectiu real, $\mathbb{P}^n(\mathbb{R})$, conté hiperplans de l'infinít, $\mathbb{P}^{n-1}(\mathbb{R})$.

Un altre àmbit geomètric on també ens trobem amb l'infinít és en l'estereografia. En l'art de representar els cossos sòlids en un pla, la posició relativa del sòlid respecte del pla i l'elecció del centre de la projecció determinen diferents zones de l'infinít, tal com mostren les figures que segueixen.



Projeccions estereogràfiques

1.4 L'infinít en les geometries no euclidianes

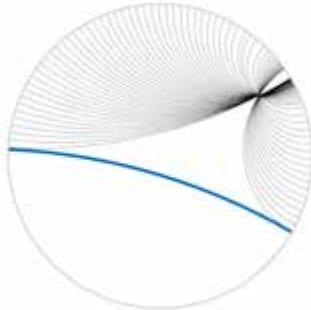
Geometria hiperbòlica

En geometria hiperbòlica (descoberta el segle XIX), el postulat de les paral·leles de la geometria euclidiana se substitueix pel següent: per a qualsevol línia r i qualsevol punt P fora de r , el pla que conté la línia r i el punt P conté almenys dues rectes diferents que passen per P i no tallen r .

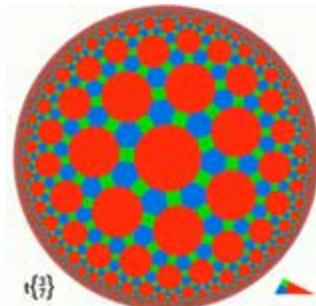
A diferència dels triangles euclidiens, on els angles sempre sumen 180 graus, la suma dels angles d'un triangle hiperbòlic sempre és estrictament inferior a 180 graus; la diferència es coneix com defecte del triangle.

La geometria del pla hiperbòlic es realitza en la geometria de la superfície de les selles de muntar; es tracta de superfícies de curvatura de Gauss constant i negativa.

La geometria hiperbòlica en dimensió 4 és la base de la teoria de la relativitat especial, en tant que és l'estructura pròpia de l'espaitemps de Minkowski.



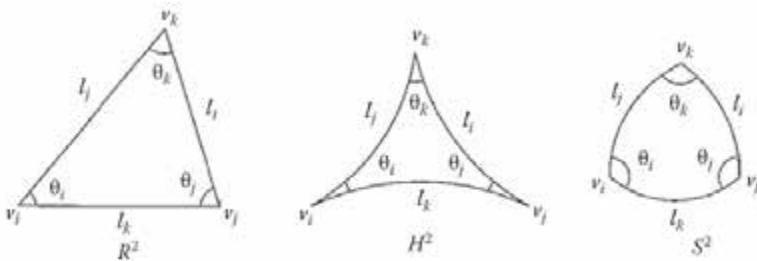
Rectes hiperbòliques paral·leles



Mosaic hiperbòlic

Geometria el·lítica

En relació a la geometria el·lítica, el model de dimensió 2 més senzill és el d'una esfera, on les línies són cercles màxims (com l'equador o els meridians); es tracta d'una superfície de curvatura de Gauss constant i positiva. En el model el·lític, donada una línia r i un punt P exterior a r , totes les línies que passen per P tallen r . En geometria el·lítica, la suma dels angles d'un triangle és sempre superior a 180 graus; la diferència n'és l'excés.



Exemples de triangles euclidianos, hiperbòlics i el·líptics

2 L'infinít en l'anàlisi matemàtica

2.1 Sumes infinites

En el Barroc, trobem Pietro Mengoli (1625–1686) i James Gregory (1638–1687), precursors de Newton, que comencen a interessar-se per la sumació de sèries infinites. Aquestes sumes infinites poden ser convergents o divergents, segons que donin un resultat finit o bé infinit. N'oferim tot seguit alguns exemples representatius.

1. Les sèries geomètriques de raó $0 < r < 1$ són convergents:

$$\sum_{n=0}^{\infty} r^n = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{n=0}^N r^n = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{r^{N+1} - 1}{r - 1} = \frac{1}{1-r}, \text{ si } 0 < r < 1.$$

En particular, en prendre $r = 1/2$, obtenim que

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \cdots + \frac{1}{2^n} + \cdots = 2.$$

2. D'altra banda, la sèrie harmònica és divergent:

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n} + \cdots = \infty.$$

La divergència d'aquesta sèrie es demostra fàcilment amb el raonament implícit en el càlcul següent. Atès que

$$\begin{aligned}1 + 1/2 &> 1/2, \\1/3 + 1/4 &> 1/4 + 1/4 = 1/2, \\1/5 + 1/6 + 1/7 + 1/8 &> 1/8 + 1/8 + 1/8 + 1/8 = 1/2,\dots\end{aligned}$$

tindrem que

$$(1 + 1/2) + (1/3 + 1/4) + (1/5 + 1/6 + 1/7 + 1/8) + \dots > 1/2 + 1/2 + 1/2 + \dots = \infty.$$

Mengoli s'interessà per la suma dels inversos dels quadrats dels nombres naturals i sospità que la sèrie podria ser convergent, atès que se sumen quantitats molt més petites; conjecturà quin havia de ser el seu valor i Euler en proporcionà la demostració:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{6}.$$

També és il·lustratiu per comprendre millor els exemples anteriors observar el comportament numèric d'unes quantes sumes parcials de les sèries considerades. En el primer càlcul sumem 100 termes i el resultat es calcula amb 50 decimals; en el segon, sumem 500 termes i el resultat es calcula amb 50 decimals; etc.

1. Exemple de sumes parcials d'una sèrie convergent:

96636500395317948020606786382300210597259428945063

2. Exemple de sumes parcials d'una sèrie divergent:

$N[\text{Sum}[1/n, \{n, 1, 10\}], 20]$

2.9289682539682539683

$$N[\text{Sum}[1/n, \{n, 1, 100\}], 20]$$

5.1873775176396202608

$N[\text{Sum}[1/n, \{n, 1, 1000\}], 20]$

7.4854708605503449127

2.2 L'infinít en el càlcul infinitesimal

Una de les fites del Barroc des del punt de vista matemàtic va ser la descripció del moviment i la introducció del concepte de velocitat, que evitarien moltes de les paradoxes causades per un ús intuïtiu del concepte d'infinit. Sota el principi *Natura non facit saltus* era difícil justificar, fins i tot per Leibniz, l'inici del moviment o el pas d'un estat de moviment a un estat de repòs.

Isaac Newton (1643–1727) trencà amb l'*horror infiniti* grec. Admeté la continuïtat del temps, de l'espai, del moviment. Admeté quantitats infinitament grans, quantitats infinitament petites, sèries infinites, etc. Per a Newton, el concepte de continu neix de la dificultat d'aïllar ja sigui un punt a l'espai o un instant en el temps. En els seus escrits *De Analysis per aequationes numero terminorum infinitas* [17] i *Methodus Fluxionum et Serierum Infinitarum* [18] introduí els conceptes de *fluents*, com a quantitats graduals i variables, denotades per x, y, z, v , etc. que poden venir multiplicades per constants: a, b, c , etc. i de *fluxions*, que és la velocitat amb què cada fluent augmenta o disminueix a mesura que segueix una trajectòria. Newton proposa denotar les fluxions de cada fluent x, y, z, v com $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}, \dot{v}$. El concepte de fluxió donà lloc al de derivada. Des del punt de vista físic, les funcions representen quantitats que depenen d'unes altres i les derivades donen compte de la seva taxa de canvi. Recordem, per exemple, que la velocitat es relaciona amb l'espai x i el temps t segons la fórmula

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \dot{x},$$

i que l'acceleració és la derivada de la velocitat respecte del temps:

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d^2x(t)}{dt^2} = \ddot{x}.$$

Les equacions diferencials expressen relacions entre una funció i les seves funcions derivades, com ara la que tradueix la cèlebre llei de Newton: $F = ma$. En el seu mètode de les fluxions, Newton considerà diferents tipus d'equacions diferencials que intentà resoldre per mitjà de sèries infinites i discutí la no unicitat de les seves solucions. A partir de Newton i Leibniz, les equacions diferencials proporcionarien el marc referencial idoni en el qual es traduirien la majoria de les lleis de la física. Tot i això, Newton i Leibniz treballaren amb quantitats infinitament petites que no eren nul·les: els infinitèsims. La seva eliminació, primer, i la seva reintroducció i justificació, després, tardarien encara a arribar.

2.3 Les nocions de límit i de continuïtat

Jean le Rond d'Alembert (1717-1783) prescindí dels infinitèsims de Newton en els seus articles sobre quadratura de corbes i sobre límits que publicà a l'*Encyclopédie*. Segons d'Alembert, una quantitat és límit d'una quantitat variable si aquesta es pot apropar a la primera fins a diferir-ne en menys de qualsevol quantitat donada. D'Alembert, com Aristòtil, negava l'existència de l'infinít en acte.

No obstant la seva efectivitat a l'hora de calcular i predir resultats, la fonamentació teòrica de les quantitats infinitesimals no era del tot clara. Aquesta fou millorada en el decurs del segle XIX. És en aquest segle quan s'assoleixen la construcció axiomàtica dels nombres reals, la comprensió dels processos de pas al límit, les bones definicions de continuïtat i de convergència, així com també un tractament rigorós del concepte de funció, de funció derivada i del càlcul integral. Les primitives eines del càlcul infinitesimal i integral donaren lloc al naixement d'una branca matemàtica coneguda amb el nom d'anàlisi matemàtica. Nombrosos matemàtics estigueren implicats en aquests procés, entre els quals mencionarem A. L. Cauchy (1789–1857), B. Bolzano (1781–1848), K. Weierstrass (1815–1897), R. Dedekind (1831–1916) i G. Cantor (1845–1918).

Els infinitèsims es van utilitzar en el decurs de dos-cents anys, fins l'arribada de Weierstrass qui, a la dècada de 1870, donà una definició de límit basada en l'ús de quantitats reals petites: ε, δ , que evitaven l'ús dels infinitèsims. Però, sota el punt de vista de Weierstrass, l'infinít potencial no queda

del tot eliminat. Per exemple, no hi ha cap moment que sigui el següent d'un moment donat; al contrari, entre dos moments donats sempre hi transcorre una infinitat de moments. I el mateix succeeix a l'espai; cap subdivisió finita d'un tros de matèria pot portar-nos a l'aïllament d'un punt. Però els punts existeixen, l'únic que no podem arribar-hi per divisions successives.

En relació al moviment i al canvi, arribem a conclusions similars. Quan un cos es mou, l'únic que podem dir és que en un instant donat està en una certa posició i que en un l'altre instant està en una altra; però no podem dir on és a l'instant següent perquè aquest no existeix. Moure's consisteix simplement en ocupar un lloc en un cert instant i un altre en un altre instant i en instants intermedis ocupar llocs intermedis. Les dificultats dels antics venien així no del concepte d'infinit sinó del concepte d'infinitèsim.

Arran del seu estudi de les cordes vibrants, d'Alembert plantejà l'equació en derivades parcials

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$$

que és un dels punts de partida dels estudis posteriors de la teoria del potencial. Aquesta va ser la primera d'una família d'equacions en derivades parcials de gran importància per a la física en tant que permeten tractar de manera quantitativa l'estudi del so, de la calor, i formular els principis bàsics en mecànica clàssica, electricitat, magnetisme, geodèsia, mecànica de fluids i mecànica quàntica. A més, avui dia, el camp s'ha ampliat amb l'estudi de les equacions diferencials estocàstiques, que permeten tractar fenòmens aleatoris.

En moltes equacions diferencials, l'obtenció d'una fórmula exacta per a les seves solucions no és possible, però sí que es poden aconseguir solucions aproximades, amb l'ajut dels ordinadors, que permeten predir el comportament de les seves solucions. La teoria dels sistemes dinàmics es dedica a l'estudi qualitatiu de sistemes definits per equacions diferencials i ha donat lloc al desenvolupament de molts mètodes numèrics que en permeten determinar les solucions amb un grau d'aproximació cada vegada més fiable.

2.4 L'infinit en l'anàlisi no estàndard

L'any 1960, Abraham Robinson (1918-1974) aconseguí un tractament precís del càlcul basat en el concepte d'infinitèsim i conegut com a anàlisi no estàndard. En aquest context, els infinitèsims són nombres hiperreals positius més petits que qualsevol nombre real positiu donat. Són invertibles i els seus inversos són nombres infinitis. Amb els infinitèsims i els infinitis es construeix un cos hiperreal que conté el cos \mathbb{R} dels nombres reals i que no conté els

infinits de Cantor. Per exemple, si h és un nombre hiperreal infinit, aleshores $h + h = 2h$ i $h + 1$ són nombres hiperreals diferents. El seu treball es caracteritza per l'ús de mètodes de la lògica matemàtica en el tractament de problemes de l'anàlisi i de l'àlgebra abstracta.

Els nombres hiperreals poden ser emprats així mateix com a model de la recta en física i en economia. Per a més informació vegeu [15].

3 L'infinít en l'aritmètica

L'aritmètica parteix de l'estudi dels nombres naturals. De manera axiomàtica aquests es construeixen amb els axiomes del matemàtic italià Giuseppe Peano (1858-1932). La teoria de primer ordre que sorgeix d'aquests axiomes és l'aritmètica de Peano (AP). Els axiomes de Peano (anomenats, també, de Dedekind-Peano) serveixen per construir molts conjunts de sistemes numèrics: nombres enters, racionals, reals, complexos, etc., així com moltes de les estructures matemàtiques que s'utilitzen actualment. L'aritmètica de Peano constitueix el punt fonamental per al formalisme de l'aritmètica.

Especialment important en l'axiomàtica de Peano és l'axioma d'inducció segons el qual tot conjunt de nombres naturals que conté l'element 1 i amb cada nombre natural conté el seu successor, conté tots els nombres naturals. Com que aquest axioma té un quantificador sobre tots els conjunts, és un axioma de segon ordre. És la base de les demostracions per inducció.¹ De fet, l'ús de la inducció matemàtica havia estat emprada durant centenars d'anys abans que se'n pogués oferir una justificació rigorosa.

Per la seva pròpia natura, l'aritmètica sovint ha d'encarar problemes on l'infinít hi és present de diverses maneres. En aquesta disciplina s'utilitzen conjunts amb un nombre infinit d'elements, es fan servir mètodes asymptòtics que controlen i comparen el comportament de funcions que tendeixen a infinit. L'infinít apareix així mateix en l'anàlisi de la velocitat d'algoritmes numèrics que són bàsics en els mètodes actuals de tractament de la seguretat informàtica.

¹Per fer aritmètica de primer ordre i que hi hagi tots els subconjunts de \mathbb{N} cal recórrer a la teoria de conjunts. En primer ordre també hi ha principi d'inducció, però únicament per als subconjunts de \mathbb{N} definibles, que no són pas tots; són, només, una quantitat numerable. (Dec aquestes dues observacions al doctor Josep Pla i Carrera.)

3.1 La infinitud de la quantitat de nombres primers

Tots els resultats aritmètics que treballen amb l'infinit pressuposen un ús notable d'un component analític. Per a il·lustrar-ho, ens limitarem a exposar una demostració alternativa a la donada per Euclides sobre la infinitud del conjunt dels nombres primers, deguda a Euler, i que es basa en la divergència que hem provat més amunt de la sèrie harmònica.

A partir de la igualtat

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s} = \prod_{p \in P} \left(1 + \frac{1}{p^s} + \frac{1}{p^{2s}} + \frac{1}{p^{3s}} + \dots \right) = \prod_{p \in P} \left(1 - \frac{1}{p^s} \right)^{(-1)},$$

on la lletra P denota el conjunt de tots els nombres primers, Euler raona que si P fos un conjunt finit, aleshores per a $s = 1$, el terme de l'esquerra representaria una quantitat infinita mentre que el de la dreta representaria una quantitat finita. Per tant, P cal que contingui infinit elements.

Un cop sabem que hi ha infinitos primers, sorgeix la pregunta natural de la determinació del nombre de primers que hi ha per sota d'una quantitat donada. En observar extenses taules de primers, Gauss conjecturà que $\pi(x) \sim \text{Li}(x)$, quan $x \rightarrow \infty$, on la funció Li denota el logaritme integral. La conjectura és equivalent a la fórmula asimptòtica

$$\pi(x) \sim \frac{x}{\log(x)}, \quad \text{quan } x \rightarrow \infty.$$

La prova d'aquesta conjectura constitúi el *teorema dels nombres primers*, la demostració del qual fou obtinguda l'any 1896, de manera independent, per Jacques Hadamard (1865–1963) i Charles de la Vallée-Poussin (1866–1962).

3.2 Els decimals de pi

La irracionalitat del nombre π va ser provada per primera vegada l'any 1768 per J. H. Lambert. El resultat implica, en particular, que el nombre de decimals de π és infinit i no periòdic. La demostració de la irracionalitat de π per part de Lambert parteix del desenvolupament en fracció continuada de la tangent d'un nombre, donat per

$$\tan(x) = \cfrac{x}{1 - \cfrac{x^2}{3 - \cfrac{x^2}{5 - \cfrac{x^2}{7 - \ddots}}}.$$

Lambert va demostrar que si x era un nombre racional no nul, aleshores la seva tangent, $\tan(x)$, era un nombre irracional. Atès que $\tan(\pi/4) = 1$, deduïm que $\pi/4$ i, per tant, π són nombres irracionals.

No s'ha de confondre aquest resultat amb el resultat molt més fort, obtingut per Ferdinand von Lindemann l'any 1882, que afirma la transcendència de π . Això vol dir que el nombre π no pot ser obtingut com a solució d'una equació polinòmica de coeficients racionals. Com és ben sabut, el teorema de Lindemann implica la impossibilitat de la *quadratura del cercle* amb regle i compàs i per mitjà d'un nombre finit de passos. Una prova actualitzada de la impossibilitat de la quadratura del cercle es troba a [4].

3.3 Les particions d'un nombre

Una altra fórmula asimptòtica remarcable és la deguda a G. H. Hardy (1877-1947) i S. Ramanujan (1877-1920) per al càlcul de $p(n)$, el nombre de particions d'un enter n donat. Recordem que el valor de $p(n)$ es defineix com el nombre de maneres diferents en què un enter positiu n pot ser expressat com a suma d'enters positius. La gestació de la fórmula

$$p(n) \sim \frac{1}{4n\sqrt{3}} \exp\left(\pi\sqrt{\frac{2n}{3}}\right), \quad \text{quan } n \rightarrow \infty,$$

ha estat recentment recollida a la pel·lícula *The man who knew infinity*, basada en l'obra [14] (cf. [3]). A la pel·lícula esmentada, Hardy explica que $p(4) = 5$, atès que

$$4 = 1 + 1 + 1 + 1 = 1 + 1 + 2 = 2 + 2 = 1 + 3 = 0 + 4.$$

Els valors de $p(n)$ per a $n \leq 200$ foren calculats pel *major* P. A. MacMahon, present també en escena. Notem que

$$p(100) = 190\,569\,292, \dots, p(200) = 3\,972\,999\,029\,388.$$

Està documentat que l'obtenció d'aquests valors, aconseguida gràcies a una fórmula recurrent d'Euler, requerí a l'època més d'un mes de càlcul.

De passada, em permeto esmentar que el càlcul de valors $p(n)$ ja havia estat practicat a l'Edat Mitjana i el Renaixement. Per exemple, com a pas previ per al càlcul de quantes melodies diferents de 7 notes es poden compondre en emprar 7 notes, diferents o no, escollides entre $\{ut, re, mi, fa, sol, la, si\}$. A la *Dissertatio de arte combinatoria* de Leibniz (una obra publicada el 1666 i,

val a dir, amb influències de l'*Ars magna* de Ramon Llull) podem trobar-hi una resposta en la qual són considerades únicament 6 notes. La resposta final, però, és errònia, ja que Leibniz treballa com si $p(6)$ fos igual a 9 quan, de fet, és $p(6) = 11$.

3.4 Nociions de complexitat algorítmica

En les noves tecnologies, la velocitat d'un algoritme és estimada en nombre d'operacions elementals realitzables per segon en funció del nombre de bits de l'*input*. Bàsicament es distingeix entre algoritmes de tipus polinòmic i algoritmes de tipus exponencial. Dit amb poques paraules, els primers pres-suposan un temps d'execució “raonable” en funció de la mida de les dades numèriques, mentre que els segons es consideren impracticables a mesura que aquestes creixen. En general, el temps d'execució de l'algoritme tendeix a ser infinit quan les dades són cada vegada més grans (no fitades). El càlcul del temps pressuposa la disposició d'un ordinador basat en les lleis de l'electromagnetisme; és a dir, els que fem servir en l'actualitat. La computació quàntica en canviaria el paradigma.

Un dels mètodes més emprats en el control de la seguretat informàtica és l'anomenat RSA (en honor dels seus inventors: Rives, Shamir i Adleman). El seu èxit es basa en dues estimacions asymptòtiques bàsiques: el fet que el caràcter primer (o pseudoprimer) d'un nombre és determinable per algoritmes de tipus polinòmic i que, en canvi, la factorització d'un nombre natural com a producte de nombres primers no pot ser avui per avui portada a terme amb algoritmes que millorin una velocitat subexponencial. El primer fet és emprat en el càlcul de claus de xifrar; del segon en depèn la seva seguretat.

4 L'infinít en la teoria de conjunts

4.1 Conjunts finits i conjunts infinit

Galileo Galilei (1564-1642) s'havia adonat que hi ha una correspondència bijectiva entre els nombres naturals i els quadrats perfectes. Però, atès que la suma dels inversos dels quadrats és convergent i la dels inversos dels primers és divergent,

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{6}, \quad \sum_{p \in P} \frac{1}{p} = \infty,$$

Euler havia afirmat que “hi ha més primers que quadrats”, la qual cosa, com veurem, havia de ser desmentida per Cantor.

L’any 1851 fou publicada amb caràcter pòstum l’obra de Bolzano [5]. En ella, Bolzano s’adona que la relació $y = 2x$ estableix una bijecció entre els nombres reals de l’interval $[0, 1]$ i els de l’interval $[0, 2]$. Així, es va posar de manifest que una característica dels conjunts infinitis és que tenen subconjunts en correspondència bijectiva amb el total. Dedekind i Cantor arribaren a la conclusió que els conjunts infinitis es caracteritzen per contenir subconjunts propis amb la mateixa quantitat d’elements que el conjunt original. Per tant, en els conjunts infinitis deixa de satisfer-se l’antic principi segons el qual *el tot és sempre més gran que les parts*. Prèviament, es donava per suposat que si d’una col·lecció d’objectes se n’extreia una part el nombre d’objectes que hi restaven era sempre més petit que el de la col·lecció original.

Aquest va ser un pas important vers la formulació de la teoria de conjunts per part de Cantor. Abans de Cantor, també, les col·leccions infinites eren tractades com si fossin de la mateixa mida.

4.2 Conjunts numerables

La matemàtica pura es perfilà en el decurs del segle XIX amb el progrés de la lògica formal com a disciplina matemàtica. Un dels textos primerencs és el de George Boole [6], publicat el 1854.

Tot i portar tants segles de reflexió sobre l’infinit, la pregunta “què és l’infinit?” no comptava amb un àmbit adequat on tingués un sentit precís i concret. George Cantor en trobà un: la teoria de conjunts. Tal com veurem, per Cantor, l’infinit és un nombre d’un cert tipus i, de fet, la matemàtica contempla una “classe pròpia” de nombres infinitis diferents: els nombres transfinits (vegeu 4.3).

Cantor s’adonà que el concepte de correspondència bijectiva s’aplica tant als conjunts finits com als conjunts no finits i dóna lloc al concepte de cardinal d’un conjunt. La pregunta de si hi ha o no diferents ordres o mides d’infinitud fou resposta per ell l’any 1897 en l’article *Beiträge zur Begründung der transfinite Mengenlehre* (*Contribucions a la fonamentació de la teoria dels nombres transfinits*) [8].

Cantor anomenà conjunts numerables no finits els que estan en correspondència bijectiva amb el conjunt \mathbb{N} dels nombres naturals. El seu cardinal és representat per \aleph_0 (llegit *aleph sub zero*). La resta de cardinals infinitis s’anomenen infinitis no numerables. El conjunt dels nombres naturals esdevé així un avatar de l’infinit actual. També el conjunt \mathbb{Z} dels nombres enters, el

conjunt \mathbb{Q} dels nombres racionals i el conjunt $\overline{\mathbb{Q}}$ dels nombres algebraics són numerables.

La ficció narrativa de Hilbert, que oferim tot seguit, il·lustra de manera entenedora propietats de l'infinit numerable.

L'hotel de Hilbert

Es tracta d'un hotel que disposa d'infinites habitacions numerades en correspondència bijectiva amb tots els nombres naturals. L'hotel és ple, amb un hoste en cada habitació. Però cada vegada que n'arriba un de nou hi troba lloc, gràcies a l'acció següent: la gerència trasllada l'hoste de l'habitació número 1 a l'habitació número 2; l'hoste de l'habitació número 2 a l'habitació número 3; l'hoste de l'habitació número n a l'habitació número $n + 1$; etc., amb la qual cosa, la persona recent arribada pot ocupar l'habitació número 1. La faula posa de manifest la propietat que caracteritza els conjunts infinitis: contenir subconjunts diferents del total equipotents amb el conjunt total:

$$|\{2, 3, \dots, n, \dots\}| = |\{1, 2, 3, \dots, n, \dots\}|.$$

També, en arribar un autocar amb una quantitat infinita numerable de passatgers caben a l'hotel: n'hi ha prou a traslladar els hostes de l'habitació n a l'habitació $2n$, per a cada n : queden així lliures totes les habitacions senars, que són en nombre infinit numerable, i poden allotjar tots els passatgers. I, per acabar, no solament això: si arriba un conjunt infinit numerable d'autocars amb una infinitat numerable de passatgers en cadascun d'ells, n'hi haurà prou a numerar cada autocar amb un nombre primer p més gran que 2 i els seus ocupants amb tots els nombres naturals. Els clients que ja eren a l'hotel bastarà que es traslladin a les habitacions 2^n ; allotjarem aleshores els passatgers de l'autocar p en les habitacions p^n i encara sobraran infinites habitacions, atesa l'existència d'infinitis nombres primers i la unicitat de la factorització d'un nombre com a producte de nombres primers!

En resum, l'hotel de Hilbert és capaç de ser la casa de tothom (*si és que hi ha "cases d'algú"*).

La numerabilitat dels racionals

Theorem 4.1. *El conjunt \mathbb{Q} dels nombres racionals és infinit numerable.*

Demostració. Donat un nombre racional $r = \frac{p}{q}$, escrit en forma de fracció irreductible i de denominador positiu $q > 0$, definim la seva altura segons

$$h(r) := |p| + q,$$

on $|p|$ denota el valor positiu de p . És clar que, per a cada nombre natural n , el conjunt $H(n)$ dels nombres racionals d'altura n és finit. Per exemple, $H(4) = \{-3, \frac{-1}{3}, \frac{1}{3}, 3\}$. Ordenem els elements de $H(n)$ de menor a major. Fent-ho així, tindrem que el conjunt

$$\mathbb{Q} = H(1) \cup H(2) \cup H(3) \cup \dots$$

es pot posar en correspondència bijectiva amb el conjunt \mathbb{N} dels nombres naturals; i, per tant, és numerable.

El contínuum

Al començament, un cop establert que els enters \mathbb{Z} , els racionals \mathbb{Q} i els algebraics $\bar{\mathbb{Q}}$ eren conjunts numerables, sembla que Cantor creia que tots els conjunts eren iguals en cardinal però, l'any 1874, ell mateix provà l'existència de conjunts infinitis no numerables. En particular, obtingué que hi ha més nombres reals que nombres racionals o naturals.

Theorem 4.2. *El conjunt \mathbb{R} de tots els nombres reals no és numerable.*

Demostració. N'hi ha prou a posar de manifest un subconjunt de \mathbb{R} que no sigui numerable. Sigui $B := \{0.d_1d_2d_3 \dots : d_i \in \{0, 1\}\}$ el conjunt de nombres de l'interval $[0, 1]$ les xifres decimals dels quals són 0 o bé 1. Suposem que el conjunt B fos numerable; aleshores podríem escriure els seus elements en forma de successió: $B = \{r_1, r_2, \dots\}$. El nombre $r = 0.d_1d_2d_3 \dots$ construït segons la regla: si el decimal k -èsim de r_k és igual a 0 (respectivament, 1), definim el decimal k -èsim de r com 1 (respectivament, 0). En procedir d'aquesta manera, el nombre r és diferent de qualsevol element de B tot i que satisfà les condicions que defineixen els elements d'aquest conjunt. Per tant B , i en conseqüència \mathbb{R} , no poden ser numerables.

Es pot veure que el cardinal de \mathbb{R} coincideix amb el cardinal del conjunt $\mathcal{P}(\mathbb{N})$ format pels subconjunts o parts de \mathbb{N} . Aquest cardinal s'anomena el contínuum i es denota per $\mathfrak{c} = 2^{\aleph_0}$. Observem que la teoria de Cantor ens permet comparar conjunts sense comptar els seus elements.

4.3 Nombres transfinitos

Hi ha dues maneres de pensar els nombres transfinitos: com a ordinals i com a cardinals, segons que tinguem en compte o no relacions d'ordre en els conjunts que els defineixen. A diferència dels ordinals i dels cardinals finits,

els ordinals i els cardinals transfinitos defineixen nombres diferents. El menor nombre ordinal transfinit és ω . El primer cardinal transfinit és \aleph_0 , la cardinalitat del conjunt (infinit) dels nombres enters. El següent nombre cardinal (per ordre creixent) és \aleph_1 . En el que segueix ens ocuparem únicament dels cardinals transfinitos.

Si el cardinal d'un conjunt és \aleph , el cardinal del conjunt format pels seus subconjunts és 2^{\aleph} . Cantor demostrà que aquests cardinals són diferents. Per a cada cardinal transfinit \aleph , se satisfan les regles de càlcul

$$\aleph + \aleph = \aleph, \quad \aleph \times \aleph = \aleph.$$

A més, l'axioma de l'el·lecció implica l'existència d'una llista de nombres transfinitos:

$$\aleph_0, \aleph_1, \dots, \aleph_i, \aleph_{i+1}, \dots, \aleph_\omega, \dots$$

on, per a cada i , \aleph_{i+1} és el cardinal que segueix a \aleph_i i la llista de cardinals la fem sobre la classe pròpia dels nombres ordinals. Per tant, el resultat de Cantor implica l'existència d'una classe pròpia de nombres transfinitos diferents.

Notem que els infinitis tractats fins ara eixamplen l'àmbit estrictament numèric dels reals. Els que Cantor considera fan referència a la mida dels conjunts i, així, eixamplen els naturals, en tant que aquests donen la mida dels conjunts finits.

Les descobertes de Cantor implicaren el resultat, sorprenent d'entrada, que el pla real \mathbb{R}^2 , o més generalment l'espai real \mathbb{R}^n , de dimensió n qualsevol, conté el mateix nombre de punts que la recta real \mathbb{R} : el contínuum (el propi Cantor quedà perplex del resultat). De totes maneres, la manca de naturalitat d'aquestes afirmacions quedaria explicada uns trenta anys després amb el teorema d'invariància de la dimensió, obtingut per E. J. Brouwer l'any 1913 [7], i segons el qual entre els espais \mathbb{R}^m i \mathbb{R}^n no es pot establir cap aplicació bijectiva i bicontínua (homeomorfisme) quan $m \neq n$. Aquest resultat ja està molt més d'acord amb la nostra intuïció geomètrica topològica.

La teoria de conjunts de Cantor motivà la coneguda exclamació de Hilbert:

Aus dem Paradies, das Cantor uns geschaffen hat, soll uns niemand vertreiben können.

(Ningú no ens hauria de poder expulsar del paradís que Cantor ens ha creat.)

D. Hilbert, 1926, [12]

Ben aviat, però, i com d'habitud, l'expulsió del paradís havia de ser imminent.

La paradoxa del barber

L'any 1902, B. Russell ja havia posat de manifest el perill que hi havia a l'hora de definir conjunts de manera abstracta. Russell parteix del suposat anunci d'un barber de poble que deia

Afaito exactament tots els homes del poble que ells mateixos no s'afaiten.

Si ara designem per S “el conjunt” dels homes que afaita el barber i x denota el barber es té que:

- Si x s'afaita ell mateix, aleshores $x \notin S$ i $x \in S$.
- Si x no s'afaita ell mateix, aleshores $x \in S$, però $x \notin S$.

Per tant, S no pot ser un conjunt.

Així, en considerar en general $S := \{x \mid x \notin x\}$, S no pot ser un conjunt atès que, si ho fos, les afirmacions

$$S \notin S \Rightarrow S \in S, \quad S \in S \Rightarrow S \notin S.$$

ens menarien a una contradicció.

Segons els matemàtics constructivistes, els únics objectes matemàtics que existeixen són aquells que hom pot construir; el seu punt de vista està, per tant, en contraposició al dels matemàtics formalistes, que són la majoria. Com es pot deduir, el punt de vista de la matemàtica constructivista afectà també la noció d'infinít.

4.4 La hipòtesi del contínuum

L'axiomàtica de la teoria de conjunts més emprada avui es designa per (ZF), en honor dels dos matemàtics, E. Zermelo i A. Fraenkel, que la varen precisar, a principis del segle XX. En afegir-hi l'axioma d'elecció, s'obté la teoria (ZFC).

La hipòtesi del contínuum (HC) i la hipòtesi del contínuum generalitzada (HCG) es formulen de la manera següent:

(HC): *El cardinal de \mathbb{R} , el contínuum, és el següent de \aleph_0 en la llista dels cardinals? Equivalentment, és cert que $2^{\aleph_0} = \aleph_1$?*

(HCG): *El cardinal del conjunt de les parts d'un conjunt de cardinal donat és el cardinal següent en la llista de cardinals? Equivalentment, és cert que $2^{\aleph_\alpha} = \aleph_{\alpha+1}$?*

L'any 1940, K. Gödel demostrà la consistència relativa de la hipòtesi del contínuum; és a dir, la consistència de (ZFC+HC), sota el supòsit de la consistència de (ZF).

Els anys 1963 i 1964, P. Cohen demostrà la consistència de (ZFC+ \neg HC), sota el supòsit de la consistència de (ZFC).

Per tant, en el marc de (ZFC), els axiomes (HC) i (HGC) són indecidibles: a partir dels axiomes habituals de la teoria de conjunts (suposadament consistent) mai no es podrà saber si aquestes afirmacions són veritables o falses. La teoria de conjunts deixa així la llibertat als matemàtics d'ampliar-la amb dos supòsits diferents, segons que s'admeti que (HC) és veritable o bé que ho és la seva negació (\neg HC).

La hipòtesi del contínuum (HC) conduí doncs a formular-se la conveniència de l'axiomàtica (ZFC) i a l'aparició de dos corrents d'opinió: 1. Hi ha qui creu que caldría que fos substituïda per teories més sofisticades, com ara les teories de tipus, la teoria constructivista de conjunts, la teoria de conjunts amb conjunt universal, etc. 2. També hi ha qui opina que a (ZFC) hi mancarien certs axiomes, com ara els dels grans cardinals, de manera que en la teoria ampliada fos possible la demostració o bé de (HC) o bé de (\neg HC) (cf. [13], [20]). D'aquesta manera, veiem que la revisió de l'infinit actual comporta, de fet, una revisió permanent de la concepció que tenim de la matemàtica.

L'any 1931, Gödel obtingué el seu famós teorema d'incompletesa:

Theorem 4.3. *Sigui T un sistema formal (en una lògica de primer ordre) que permeti definir els nombres naturals com a conjunt. a) Si T és consistent, aleshores T és incomplet; és a dir, existeixen sentències ϕ formulables en T que no poden ser ni demostrades ni refutades en T . b) La consistència de T no pot ser demostrada en T .*

Sota el nom de programa de Gödel es coneix en matemàtiques la recerca d'axiomes nous que permetessin demostrar la hipòtesi del contínuum. S'hi consideren dos tipus d'axiomes: els anomenats axiomes dels grans cardinals (l'univers de la teoria de conjunts és “alt”) i els axiomes anomenats de *forcing* (l'univers de la teoria de conjunts és “ample”). Els axiomes de cardinals grans no permeten demostrar (HC). Els axiomes de *forcing* impliquen la negació (\neg HC), atès que d'acord amb ells, el cardinal de \mathbb{R} seria \aleph_2 .

Observem finalment que el concepte de veritat matemàtica no és absolut sinó que depèn del sistema formal acordat.

Epíleg

Tal com hem vist, comprendre la noció d'infinit ha tingut i té el seu ressò en la fonamentació de la matemàtica i en la percepció d'aquesta ciència. Per cloure, serveixin les paraules següents, degudes a dos grans matemàtics i mestres del nostre temps.

De la mateixa manera que els físics i els biòlegs creuen en la permanència de les lleis de la natura, pel sol fet que s'han observat fins ara, els matemàtics anomenats —erròniament— “formalistes” (en l’actualitat gairebé la totalitat dels investigadors matemàtics) estan convençuts que no apareixerà cap contradicció en la teoria de conjunts, atès que no s’han manifestat fins ara.

Jean Dieudonné (1906-1992)

Déu existeix ja que la matemàtica és consistent, però el diable també, ja que no podem provar-ho.

André Weil (1906-1998)

Referències

- [1] Archimede: *L'Arenario. Versione italiana commentata con testo greco a fronte, uno studio su Archimede, note sulla numerazione attica e ionica e sulle unità di misura in area greca*. Heinrich F. Fleck Gennaio MMXVI. Rev. Ottobre MMXVII.
- [2] Bailly, Jean Sylvain: *Histoire de l'astronomie moderne*. Paris, 1785.
- [3] Bayer, P.: The Man who knew Infinity. *SCM/Notícies* 39 (2016), 81–83.
- [4] Bayer, P.; Montes, J.; Travesa, A.: *Problemes d'àlgebra: De la quadratura del cercle a les topologies de Grothendieck; 275 problemes d'Àlgebra del 1r cicle de la Llicenciatura de Matemàtiques*. Publicacions de la Universitat de Barcelona, 1990. ISBN: 84-7875-361-3.
- [5] Bolzano, Bernard: *Paradoxien des Unendlichen*. F. Prihonský. Leipzig, 1851.
- [6] Boole, George: *An Investigation of the Laws of Thought, on which are founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*. Queen's College, Cork, 1854.

- [7] Brouwer, L. E. J.: Über den natürlichen Dimensionsbegriff. *J. Reine Angew. Math.* 142 (1913), 146–152.
- [8] Cantor, Georg: *Beiträge zur Begriindung der transfinite Mengenlehre. Math. Ann.* 49 (1897), no. 2, 207–246.
- [9] De Aquino, Santo Tomás: *Suma de Teología*. Biblioteca de Autores cristianos. Madrid, 2001.
- [10] Fibonacci, Leonardo: *Fibonacci's Liber abaci*. A translation into modern English of Leonardo Pisano's Book of calculation. Translated from the Latin and with an introduction, notes and bibliography by L. E. Sigler. Sources and Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences. Springer-Verlag, New York, 2002. viii+636 p. ISBN: 0-387-95419-8.
- [11] Hilbert, David: Ueber die Grundlagen der Geometrie. *Math. Ann.* 56 (1902), no. 3, 381–422.
- [12] Hilbert, David: Über das Unendliche. *Math. Ann.* 95 (1926), no. 1, 161–190.
- [13] Kanamori, Akihiro: *The higher infinite. Large cardinals in set theory from their beginnings*. Second edition. Paperback reprint of the 2003 edition. Springer Monographs in Mathematics. Springer-Verlag, Berlin, 2009. xxii+536 p. ISBN: 978-3-540-88866-6.
- [14] Kanigel, Robert: *The Man Who Knew Infinity: a Life of the Genius Ramanujan*. New York: Charles Scribner's Sons, 1991. ISBN 0-684-19259-4.
- [15] Keisler, H. Jerome: *Elementary calculus: an infinitesimal approach*. Boston (Mass.) : PWS-Kent, cop. 1986. 2nd ed. ISBN:
- [16] Lindemann, F.: Ueber die Zahl π . *Math. Ann.* 20 (1882), no. 2, 213–225.
- [17] Newton, Isaac: *De Analysi per aequationes numero terminorum infinitas*. 31 July 1669, 15 p. Font: MS/81/4, Royal Society Library, London.
- [18] Newton, Isaac: *Methodus Fluxionum et Serierum Infinitarum*. (c. 1671). Publicat el 1736 [Opuscula, 1744, Vol. I. p. 66]. *La méthode des fluxions et des suites infinies*. Traducció al francès de M. de Buffon. Librairie Scientifique Albert Blanchard, Paris 1966 xxxii+150 p.

- [19] Ortega Aramburu, Joaquín M.: *Introducció a l'Anàlisi Matemàtica*. 2^a edició. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 2002. ISBN: 84-7283-256-2.
- [20] Pla i Carrera, Josep: *Axiomes alternatius de la teoria de conjunts i llur influència en matemàtiques*. Institut d'Estudis Catalans, 1993. ISBN: 84-7283-256-2.
- [21] Pla i Carrera, Josep: *Història de la matemàtica. Resultats, textos i contextos: Grècia I (de Tales i Pitagòres a Platò i Aristòtil)*. Institut d'Estudis Catalans, 2016. ISBN: 978-84-9965-307-5.
- [22] Pla i Carrera, Josep: *Història de la matemàtica. Resultats, textos i contextos. Grècia IIa. Els Elements d'Euclides: llibres I, II, III, IV, V, VI*. Institut d'Estudis Catalans, per aparèixer.
- [23] Pla i Carrera, Josep: *Història de la matemàtica. Resultats, textos i contextos. Grècia IIb. Els Elements d'Euclides: llibres VII, VIII, IX, X, XI, XII i XIII*. Institut d'Estudis Catalans, per aparèixer.
- [24] Russell, Bertrand: *Mysticism and Logic and Other Essays*. George Allen and Unwin ltd., London, 1917.
- [25] Topper, David R.: *Idolatry and Infinity: Of Art, Math, and God*. Brown Walker Press, 2014. ISBN-10: 1-62734-506-X.
- [26] Wallis, John: *De sectionibus conicis nova methodo expositis tractatus*. Tho. Robinson, Oxonii, 1655.
- [27] Wallis, John: *Arithmetica Infinitorum*. Tho. Robinson, Oxonii, 1656.

□ □ □



EL INFINITO EN COSMOLOGÍA

*Dr. David Jou Mirabent
Académico Numerario de la RAED*

La cosmología es un campo especialmente adecuado para plantearse preguntas sobre el infinito, tanto en lo que se refiere a su concepto como a su realidad física. En particular, hay tres tipos de preguntas sobre esta cuestión. Dos de ellas son preguntas clásicas de la cosmología filosófica: ¿es infinito el espacio del Universo? ¿Es infinita la duración del Universo? o, en otros términos, ¿es eterno el Universo? Esas dos cuestiones son abordadas por la cosmología física moderna desde puntos de vista nuevos y todavía muy debatidos. Además, dicha cosmología añade una tercera cuestión, más particular y especializada, pero igualmente importante para la física: ¿es infinita la densidad del Universo en su instante inicial? Es interesante saber cómo se plantean o reformulan hoy dichas cuestiones, sin pretender por ello encontrar respuestas definitivas al tema del infinito.

Para el lector interesado en esos temas, tal vez pueda resultar útil mi libro en lengua catalana *Poesia de l'infinit. Ciència i mística* (Editorial Viena, Barcelona, 2010), que proporciona un estudio de las cuestiones sobre el infinito y del lugar de los humanos en la grandiosidad el universo desde el punto de vista de la literatura comparada (especialmente en poesía), y su evolución en función de los modelos cosmológicos de la ciencia de su época, además de su papel metafórico en la expresión mística. En lo que respecta a cosmología, pueden resultar útiles, entre una amplísima bibliografía, mis libros *Reescribiendo el Génesis (de la gloria de Dios al sabotaje del universo)* (Editorial Destino, Barcelona, 2008) y *Cerebro y Universo: dos cosmologías* (Publicaciones de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 2011), que contienen explicaciones sobre los modelos cosmológicos recientes, sus problemas abiertos, y sus resonancias

filosóficas o teológicas (en el libro *Dios, cosmos, caos*, Ediciones Sígueme, Salamanca, 2017), entre las cuales hay algunas cuestiones relacionadas con las que tratamos aquí.

Espacio e infinito

No sabemos, ni tal vez lleguemos a saber nunca –y ninguna falta nos hace, en el fondo, salvo por pura curiosidad intelectual– si el universo es finito o infinito en el espacio. Un primer problema para saberlo es, en principio, que la región del universo que podemos observar es finita, ya que las señales lejanas van quedando debilitadas. Sin embargo, como el número de fuentes de radiación lejanas aumenta con el cuadrado de la distancia mientras el decaimiento de la intensidad de la radiación de cada fuente decrece como el cuadrado de la distancia (suponiendo una geometría euclíadiana), este primer argumento no es definitivo, ya que en un universo infinito y eterno la luz de las fuentes a diversas distancias se sumarían, dando un resultado infinito, de forma que el cielo nocturno sería deslumbrante (dicho argumento se conoce como paradoja de Olbers, formulada hace más de dos siglos). Por ello, parece razonable concluir que el universo no puede ser eterno e infinito a la vez.

Por otro lado, hemos ido desarrollando y poniendo en servicio instrumentos de observación cada vez más sensibles, lo cual permite observar detalles más lejanos y, por lo tanto, observar directamente una región del universo cada vez más grande.

Un segundo problema es que las señales no tan solo se atenúan al avanzar, sino que la velocidad con que se desplazan es finita, y está limitada por la velocidad de la luz en el vacío, según la teoría de la relatividad especial. Por lo tanto, si el universo no es eterno, habrá una distancia máxima de observación. Efectivamente, según las observaciones astronómicas que condujeron al inicio de la cosmología física moderna, hacia 1925, el universo observable comenzó hace unos 13700 millones de años. Por lo tanto, esperaríamos, en principio, que el radio del universo observable fuera de unos 13700 años luz. Ello sería correcto si el universo fuera estático; sin embargo, como el universo se va expandiendo, mientras la luz emitida por un objeto se va acercando a nosotros el objeto se va alejando de nosotros, con una velocidad variables, que depende del ritmo de expansión cósmica, de manera que en el momento de observarlo la distancia entre el objeto y nosotros es bastante mayor que dichos 13700 millones de años luz. Al hacer los cálculos resulta que el radio del universo ob-

servable viene a ser de unos 47000 millones de años luz. Esos cálculos indican pues que el tamaño del universo observable es finito, pero ello, naturalmente, nada nos dice sobre el tamaño real del universo, que podría ser mucho mayor y, tal vez, infinito.

Una tercera perspectiva sobre el tamaño del universo procede de la relatividad general de Einstein, que relaciona la dinámica y la curvatura del espacio –o, en otras palabras, la curvatura espaciotemporal del universo- con su densidad de energía. Según la relatividad general, el gran protagonista de la expansión del cosmos no es el movimiento de las galaxias dentro de un espacio fijo y eterno, sino una expansión del propio espacio, de modo que las galaxias se alejan entre sí no porque se muevan en el espacio a gran velocidad, sino porque el espacio entre ellas aumenta a gran velocidad.

Ahora bien, las ecuaciones de Einstein de la relatividad general, muy satisfactorias hasta el momento, en su descripción de las propiedades locales del espacio no dan información sobre la geometría global del universo en su conjunto, de forma que hay varias posibilidades. En principio, si el universo fuera plano por doquier (y al decir plano significa que su geometría es euclíadiana), se seguiría que sería infinito, desde el primer momento de su existencia. También podrían ser infinitos universos hiperbólicos (con curvatura negativa). En cambio, podríamos tener universos finitos, cerrados, sin bordes, si tuvieran geometría esférica (curvatura positiva). En tales espacios, navegando en el espacio en cualquier dirección, y manteniendo fijo el rumbo, llegaríamos de nuevo al punto de partida, sin haber encontrado ningún límite ni borde, tal como ocurre (en dos dimensiones) si nos movemos sobre la superficie de una esfera. El primero en proponer un universo cerrado sobre sí mismo fue Einstein, en 1917.

Habría, sin embargo, posibilidad de que el universo fuera localmente plano en una región muy amplia, y que tuviera una fuerte curvatura en otras regiones, de modo que tuviera, por ejemplo, una forma poliédrica, propuesta formulada a partir de ciertas inhomogeneidades del espectro de la radiación de fondo de microondas. Observaciones más detalladas no parecen confirmar dichas inhomogeneidades, aunque no descartan la posibilidad de un universo poliédrico de grandes dimensiones. Otras posibilidades de universos cerrados sobre sí mismos, serían universos con geometría toroidal, en el cual la geometría sería siempre suave, a diferencia del caso poliédrico.

Si el universo fuera cerrado, la luz de cada galaxia podría llegarnos por caminos diferentes, de manera que cada galaxia produciría diversas imágenes,

desde ángulos diversos y con edades diferentes, que fácilmente se confundirían con galaxias diferentes. Si la forma cerrada del universo tuviera una cierta regularidad relativamente sencilla, podríamos llegar a discernir unas ciertas periodicidades espaciales en las observaciones de las galaxias o, también, en el espectro de la radiación de fondo de microondas.

Tiempo e infinito

La cuestión de la finitud o infinitud del universo en el espacio está vinculada a la cuestión de su eternidad o no eternidad. La pregunta sobre la infinitud se puede plantear, de hecho, desde dos perspectivas: mirando hacia el pasado (¿tiene el universo una edad infinita?) o mirando hacia el futuro (¿tendrá el universo, a partir de ahora, una duración infinita?).

La pregunta hacia el pasado se refiere a la cuestión de si el universo tuvo un comienzo (en cuyo caso tendría edad finita) o no (caso que correspondería a una edad infinita). Aparentemente, tal cuestión queda respondida por la cosmología física actual, cuando constata, a partir de datos observacionales diversos, entre los cuales los del observatorio espacial Hubble, que el universo observable parece haber comenzado hace unos 13700 millones de años, en un estado de densidad muy elevada (o tal vez infinita), denominado Big Bang, o gran explosión primordial).

Ahora bien, la respuesta no es tan sencilla. La discusión se centra, como es lógico, en si dicho estado fue realmente el origen absoluto de la realidad cósmica (espacio y tiempo incluidos) o si antes había ya una realidad física. Algunas de las posibilidades exploradas teóricamente son que antes de este universo hubiera otro que se hubiera ido contrayendo hasta llegar a rebotar sobre sí mismo, dando lugar así al estado inicial de nuestro universo. Este proceso podría ser cíclico, es decir, un universo que se expandiera, llegara a un máximo de expansión, se volviera a contraer, rebotara de nuevo hacia fuera ... En este caso, podría haber un universo finito en el espacio e infinito en el tiempo. El proceso podría ser puramente repetitivo (a gran escala) o bien el radio máximo del universo podría ir haciéndose cada vez mayor en las expansiones sucesivas, hasta llegar, tal vez, a una situación en que se expandiría para siempre más. Diversos investigadores estudian esa cuestión, y creen que se podría distinguir trazos del universo anterior en el nuestro a partir de ciertas propiedades del espectro de la radiación cósmica de ondas gravitatorias (también predichas por la relatividad general y que no han podido ser observadas hasta 2017). Asimismo,

podría haber trazos de tal rebote en el espectro de la radiación cósmica de fondo de microondas, aunque más tenues que en el de ondas gravitatorias, ya que el fondo de microondas contiene información sobre el universo a partir de los 380000 años de edad, en tanto que el de microondas tendría información desde los primeros microsegundos o menos.

De hecho, Einstein, en su primera aplicación de las ecuaciones de la relatividad general al estudio del universo, propuso un universo finito en el espacio (cerrado sobre sí mismo como una esfera de tres dimensiones en una metaespacio de cuatro dimensiones, y eterno en el tiempo). Esa posibilidad no aparecía de forma natural en las ecuaciones que había propuesto inicialmente, que conducían a un universo en expansión o en contracción. Para evitar este dinamismo, Einstein añadió a sus ecuaciones un término nuevo (la llamada constante cosmológica) que permitía un universo cerrado y estático. Sin embargo, tal modelo de universo no era estable, y cualquier perturbación lo hacía entrar en expansión o en contracción, como le hicieron notar poco después. El rechazo de Einstein a un universo dinámico fue su convicción en una vinculación profunda entre un supuesto carácter eterno de las matemáticas y su realización física en un universo.

Otras posibilidades de que hubiera una realidad física anterior a nuestro universo serían, por ejemplo, que hubiera un universo anterior al nuestro una de cuyas regiones se hubiera empezado a expandir aceleradamente a causa de alguna inestabilidad local de la dinámica del espacio, dando lugar a un universo dentro de otro universo mayor. O bien, que hubiera diversos universos de forma que, al chocar dos de ellos entre sí, dieran lugar a un inicio de una nueva expansión del espacio.

La otra perspectiva sobre tiempo e infinito se refiere al futuro, es decir: la expansión del Universo, ¿durará indefinidamente? ¿Alcanzará un valor máximo para entrar posteriormente en contracción y conducir a un punto final de la historia cósmica? En principio, ambas posibilidades son compatibles con las teorías físicas, así como tras que comentaré posteriormente. La respuesta a esta cuestión depende de la densidad de energía del universo y de su ritmo de expansión. Si la densidad es superior a un valor crítico, la atracción gravitatoria iría frenando la expansión, y podría hacer que ésta se frenara por completo y se iniciara una contracción. Por encima de dicho valor crítico, la expansión predominaría y duraría indefinidamente.

Sin embargo, la situación es más complicada todavía, porque en 1998 se descubrió que el ritmo de expansión cósmica, en vez de ir disminuyendo, pare-

ce ir aumentando, en contraste con lo que se esperaría del frenado de la interacción gravitatoria. Esta situación se atribuye a una hipotética “energía oscura”, con efectos repulsivos en lugar de atractivos, que aceleraría la expansión. Eso es posible en la relatividad general ya que lo que acelera la expansión del espacio no es propiamente la densidad de energía, sino la densidad de energía más tres veces la presión. Por ello, si una cierta entidad física tuviera una presión suficientemente negativa, podría acelerar la expansión, en lugar de frenarla. Ello es lo que haría dicha energía oscura, cuya naturaleza física es todavía desconocida.

Parece, pues, que la expansión futura del universo será indefinida, con un universo cada vez más vacío y más frío, sin vida de ningún tipo, pero ni tan siquiera esto es seguro. Por ejemplo, en algunos modelos la energía oscura sería inestable y se iría transformando en materia oscura (atractiva, en lugar de repulsiva), hasta llegar a frenar la expansión. Otra posibilidad es que el vacío cuántico cósmico fuera metaestable, de forma que una perturbación local suficientemente intensa pudiera poner en expansión acelerada una región del espacio, y dar lugar a un nuevo universo. Esas posibilidades son consideradas en el marco de los llamados modelos inflacionarios de universo, en particular, en modelos inflacionarios de expansión caótica, en que un universo daría lugar aleatoriamente a otros universos que a su vez darían lugar a otros universos.

Densidad e infinito

La cosmología de la relatividad general clásica conduce a la conclusión de que nuestro universo observable empezó en una singularidad, es decir, en un estado de densidad y temperatura infinitas, en el cual las leyes físicas conocidas dejarían de valer. Así, en dicho estado inicial comenzarían el espacio, el tiempo, la energía y las leyes físicas. La cuestión de ese infinito en la densidad es menos conocida por el público y no tiene tradición filosófica precisa, pero tiene un gran interés matemático y conceptual, acerca de la posibilidad o no de describir el estado inicial del universo.

Ahora bien, si en lugar de utilizar la relatividad general clásica la combinamos con formulaciones de la física cuántica, la cuestión del infinito inicial puede cambiar. Uno de los primeros autores en abordar esta combinación fue Stephen Hawking. Puede sorprender la idea de aplicar la física cuántica, que habitualmente aplicamos a átomos, moléculas y núcleos atómicos, es decir, sistemas muy pequeños, al conjunto del universo. Sin embargo, si tenemos en

cuenta que en su etapa inicial la región de universo actualmente observable ocupaba un volumen menor que el de un núcleo atómico, es lógico caer en la cuenta de que la física cuántica puede jugar en efecto un papel relevante en tales etapas muy primitivas del cosmos.

La aplicación de tales ideas es complicada y discutible, ya que todavía carecemos de una teoría que combine rigurosamente la relatividad general y la física cuántica, pero hay diversas versiones más o menos razonables, que conducen a la conclusión de que la singularidad inicial desaparece, es decir, en lugar de tener un estado de densidad y temperatura infinitas tales magnitudes alcanzan valores muy elevados pero finitos. Ello tiene como consecuencia que, en esas teorías, el estado inicial del universo sería describible por las leyes físicas.

Conclusiones

Sabemos que la cuestión del infinito surge de manera natural en cosmología, tanto en lo que se refiere a la extensión como a la duración del universo. Hemos visto como la cosmología física actual ha aportado nuevas perspectivas desde donde abordar dicha cuestión, incorporando una cierta cantidad de datos observacionales que hace un siglo eran inaccesibles e incluso inimaginables. Sin embargo, la física no ha resuelto las cuestiones conceptuales del infinito en el espacio ni en el tiempo. Es cierto que ha puesto de manifiesto el carácter dinámico del universo, y el inicio de nuestro universo observable hace unos 13700 millones de años, pero eso no responde a la cuestión de si tal inicio es un inicio radical, total, de la realidad física, o es un episodio que enlaza este universo observable con universos anteriores; tampoco puede garantizar si la expansión cósmica durará siempre, ya que carecemos de información suficiente sobre la estabilidad de la energía oscura que en la actualidad está acelerando el universo.

Sin embargo, no necesitamos llegar a la cuestión del infinito para sentirnos muy pequeños en el cosmos. Ahora bien, tal pequeñez, ¿revela realmente insignificancia ontológica? Si sólo consideramos la extensión, puede que sea así. Si consideramos, en cambio, la perspectiva cosmológica de la materia, la perspectiva conceptual cambia profundamente. En efecto, la materia que constituye los seres vivos consta, en buena parte de átomos de hidrógeno (H), carbono (C), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P) y otros. Ahora bien, cuando el universo tenía tres minutos, tan sólo contenía hidrógeno (setenta y cinco por ciento en masa) y helio (veinticinco por ciento en masa). Los núcleos de los átomos que

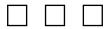
componen las moléculas de la vida se formaron en estrellas anteriores a la nuestra, estrellas grandes en que por fusiones nucleares sucesivas núcleos pequeños fueron formando núcleos mayores (por ejemplo, cuatro núcleos de hidrógeno producen uno de helio, tres núcleos de helio uno de carbono, uno de carbono más uno de helio uno de oxígeno, ...). Al explotar dichas estrellas en forma de supernovas, los núcleos que las contenían se esparcieron por el espacio. Posteriormente se formó una segunda (tal vez también una tercera) generación de estrellas, que ya pudieron tener a su alrededor planetas con los átomos necesarios para iniciar la evolución prebiótica que condujo hacia la vida. Naturalmente, todo este proceso lleva tiempo, aproximadamente unos siete mil millones de años hasta poder llegar a las bacterias más primitivas, y unos cuatro mil millones de años más hasta llegar a los humanos. Por ello, el radio mínimo de un universo observable que pueda contener vida es de unos once mil millones de años luz. Así, la inmensidad del universo y una gran abundancia de galaxias es una condición necesaria para la existencia de vida inteligente. No estamos, pues, tan desvinculados de una dimensión cósmica como podría parecer si tuviéramos en cuenta tan sólo la dimensión geométrica.

Otra cuestión es si el universo es tan grande como nos parece, desde el punto de su contenido. Los cálculos indican que el universo contiene unas 10^{90} partículas elementales (un uno seguido de 90 ceros). Ciertamente la cantidad es inmensa, pero no es suficiente tan siquiera para formar un solo ejemplar de cada una de las posibles proteínas de setenta aminoácidos (cuyo número es de 10^{91}), ni mucho menos un ejemplar de cada una de las proteínas de 150 aminoácidos (cuyo número es de 10^{105}). Esa comparación nos indica que las posibilidades de combinaciones atómicas realizables en el universo son muchísimo mayores que las combinaciones que realmente encontramos en él. Por eso, el simple reduccionismo (es decir, la idea de que conocidos los componentes elementales del cosmos y sus interacciones fundamentales ya lo sabemos todo acerca de él) dista de dar una explicación de la realidad observable, ya que las posibilidades son mucho mayores que la realidad, y explicarlo todo requeriría saber porque se han dado unas posibilidades y no otras, tema en que la evolución biológica juega un papel importante.

Finalmente, aunque aquí he hablado del infinito, también la física proporciona ideas interesantes sobre el infinitésimo. En efecto, podría ser que el espacio no fuera continuo, sino discreto, con una retícula de distancia mínima igual a la llamada longitud de Planck, del orden de 10^{-35} metros (un uno dividido por un uno seguido de treinta y cinco ceros). Si fuera así, la idea de infinitésimo sería una extrapolación mental, ya que habría un mínimo de longitud por debajo del

cual la distancia espacial sería una simple abstracción, y no una realidad propiamente física. Igualmente sucedería con el tiempo, cuyo intervalo mínimo sería el llamado tiempo de Planck (unos 10^{-44} segundos), cantidad pequeñísima pero no arbitrariamente pequeña.

La realidad del infinito, pues, no queda corroborada ni contradicha por la física. Desde el punto de vista de la razón, el problema de la existencia física del infinito tiene cierta analogía con el problema la existencia de Dios. Probablemente sean cuestiones indecidibles, y no resulte ilógico plantear una respuesta positiva o una respuesta negativa a la cuestión. Para nuestra vida intelectual y práctica, la cuestión estriba en cuál de las dos hipótesis (existencia o ni existencia) resulta más fructífera. Tanto el infinito como Dios resultan, en su inmensidad y su incertidumbre, intelectualmente apasionantes.





¿PODEMOS ENTENDER LO INFINITO, SI SOMOS FINITOS?

Dr. Antoni Prevosti Monclús

He aquí una frase categórica de Descartes: “mi entendimiento, finito como es, no puede entender lo infinito.” Muchos suscribirían, al parecer, esta afirmación. Por lo demás, que los humanos somos finitos es algo completamente obvio. Parece razonable, entonces, establecer la conclusión de que lo infinito nos sobrepasa, y de que no podemos realmente entenderlo, lo cual se confirma y prácticamente demuestra por las múltiples paradojas y dificultades que surgen siempre que dicho concepto hace su aparición en cualquier dominio. Aristóteles, que desde luego se suma a esta opinión cuando escribe en su *Física* que “lo infinito es incognoscible”, sin embargo, atribuye la dificultad, no a nuestra limitación, sino a la naturaleza misma de lo infinito, que es de suyo algo “indeterminado” y, por consiguiente, incognoscible.

También Kant, el filósofo de la finitud de la razón humana, se encuentra con que la infinitud conlleva problemas insolubles. Así, en sus dos primeras antinomias declara la imposibilidad de una cosmología racional (metafísica), a través de argumentos en los que juegan su papel la infinitud del espacio y el tiempo, en extensión y en divisibilidad. Pero el caso más notable es posiblemente el de David Hume (que parece haberle preparado el terreno a Kant), cuando en su *Investigación sobre el entendimiento humano* (sección XII, parte 2) escribe:

“Ningún dogma clerical, inventado a propósito para domar y someter la razón rebelde del género humano, ha aturrido más el sentido común que la doctrina de la infinita divisibilidad de la extensión, con sus consecuencias, que los geométricos y metafísicos pomposamente exhiben como si fuesen algo de que enorgullecerse.”

Y también, entre otras cosas, lo siguiente:

“Un número infinito de partes reales de tiempo, pasando en sucesión y completamente transcurridas, una tras otra: esto se ve que es una contradicción tan evidente, que nadie, piensa uno, podría disponerse a creerla, a no ser que su juicio hubiese sido corrompido, en vez de mejorado, por las ciencias.”

Hume hace estas afirmaciones precisamente a modo de argumentos escépticos “contra todos los razonamientos abstractos”.

Por otro lado, hay razones para sostener lo contrario, es decir, que, a pesar de todo, podemos entender el infinito. Desde antiguo los filósofos han hablado de él. Un hecho bien significativo es que ya el segundo de los personajes que encabezan tradicionalmente la historia de la filosofía occidental, el milesio Anaximandro, sostenía que el principio de todas las cosas es precisamente el infinito (en griego: ἄπειρον). Aristóteles comenta que, si el infinito es un principio, y por tanto también algo inmortal y divino, entonces es importantísimo estudiarlo y evitar cualquier error al respecto, ya que, argumenta, un pequeño error en el principio se hace muy grande al avanzar. Y así, él mismo le dedica un buen número de capítulos en sus obras, a pesar de haberlo considerado «inconoscible», como ya dijimos.

No sólo los filósofos, también los creyentes y los teólogos recurren a la noción de lo infinito, puesto que afirman que Dios lo es. ¿Acaso no entienden nada cuando aplican dicho concepto? Y por fin, también los matemáticos lo tratan: le han asignado un símbolo (∞), como es propio de su método, lo definen y calculan con él, todo lo cual indica que se han formado un concepto y entienden algo bajo ese símbolo y bajo esa palabra. Aunque es verdad que, si examinamos la historia, muchos matemáticos del pasado han considerado el concepto de infinito como puramente sincategoremático, es decir, un mero concepto auxiliar, como una ficción necesaria para salirse airoso de ciertos problemas, sin embargo contra esta opinión se alzó Georg Cantor a finales del siglo XIX, como el gran campeón del infinito real y en acto.

El punto de partida de mi argumentación será, pues, enlazando con esto último, que entendemos, al menos hasta cierto punto, la infinitud, puesto que la noción de “infinito” es un concepto inteligible. Ahora bien, esto supone alguna participación por parte de nuestra inteligencia en la infinitud misma, pues si nuestra finitud fuese total, si no hubiera nada infinito en nuestra naturaleza, seríamos en efecto incapaces de entender nada acerca

del infinito. Dicho de otro modo, sostengo que aun siendo finitos, en cierto sentido somos también infinitos, y gracias a ello tenemos la posibilidad de entender el infinito.

Es verdad que nuestros conceptos no tienen por qué participar de la misma condición que la de aquello que representan. El concepto de movimiento no tiene por qué moverse, ni el concepto de punzante tiene por qué ser punzante. Pero quisiera mostrar que con el infinito es diferente: hace falta algo infinito en nosotros para podernos formar el mismo concepto de infinito. Aunque ello, como se verá, es aplicable al conjunto de los conceptos: hemos de ser infinitos para comprender cualquier concepto universal, pues en todo concepto universal se contiene una cierta infinitud.

Para ilustrar mi argumento usaré primero una comparación que me parece interesante: Cuando Aristóteles, en su *Física*, discute las aporías de Zenón, dice que una magnitud infinita no puede ser recorrida más que en un tiempo infinito. Las dos primeras, las aporías de la dicotomía y de Aquiles, ponen de manifiesto que en el movimiento a lo largo de una línea finita hay que recorrer necesariamente un infinito, a saber, una serie infinita de puntos contenidos en ella. Por lo tanto, haría falta un tiempo infinito para poder completar el recorrido de los infinitos puntos de la línea. Según Zenón, el movimiento sería imposible, pero Aristóteles responde: el infinito de tiempo necesario ya lo tenemos, porque en un intervalo finito de tiempo hay también infinitos instantes, y por lo tanto es posible completar el recorrido (*Física* VI, cap. 2, 233a 22-30, y VIII, cap. 8, 263a 3-22).

Esto supone que el tiempo y el espacio pueden ser finitos en un sentido (a saber, en los extremos) y a la vez ser infinitos en otro sentido (en cuanto a su divisibilidad). Habría que añadir que, como dice Aristóteles, los puntos no existen en la línea como una multitud infinita en acto, sino sólo en potencia. Es decir, la línea finita en acto es potencialmente divisible al infinito. Hay, pues, un cierto infinito, potencial, tanto en la línea como en el tiempo. Y de este modo, la infinitud de instantes contenida en un tiempo finito hace posible recorrer los infinitos puntos de una distancia finita.

Mi argumento respecto a la capacidad humana de entender el infinito tendrá cierta analogía con lo anterior, pues supondrá que aun siendo nosotros finitos en muchos sentidos esenciales, con una inteligencia limitada, sin embargo no dejamos de tener algo infinito que nos permite abrazar, comprender y asimilar el infinito.

Con el objetivo de esclarecer el modo como la noción de infinito se nos hace inteligible y practicable, será especialmente útil recordar el progreso histórico que supuso la aportación de Cantor. Nos lo sugiere especialmente Bertrand Russell, quien sostuvo que el problema del infinito mantuvo perplejo el entendimiento humano por más de dos mil años, que todas las soluciones propuestas por los filósofos fueron irrelevantes, y que la verdadera y definitiva solución, aun perteneciendo esencialmente a la filosofía, fue hallada por los matemáticos (*Our Knowledge of the External World*, p. 164).

Abrió camino, en el siglo XIX, el teólogo, filósofo y matemático Bernardo Bolzano, en una obra que se publicó póstumamente con el título de *Paradojas del infinito*. Pero, como decíamos, fue Cantor, el mismo que revolucionaría la matemática con su teoría de conjuntos, quien se erigió en defensor acérrimo del infinito en acto, tanto en Dios, como en la naturaleza, como en las matemáticas. Sin embargo, para distinguir la infinitud divina, que es la de lo absoluto e inaumentable, de la infinitud en la naturaleza y en los números, que es siempre aumentable, reserva el calificativo de “infinito” a Dios y da al resto el nombre de “transfinitos”.

Cantor recibió de otro gran matemático, Dedekind, la idea crucial de definir el conjunto transfinito justamente por medio de una de aquellas paradojas que lo hacían inadmisible a los ojos de tantos pensadores. Esta es la paradoja de que en algunas partes de un todo infinito se pueden encontrar a su vez tantas partes como en el mismo todo original. Dicho en términos de la teoría de conjuntos, en un conjunto infinito se pueden señalar algunos subconjuntos propios biyectables con el conjunto infinito del que son subconjuntos. El ejemplo más sencillo es el de los números naturales, que podemos relacionar biunívocamente con los números pares, que son parte de, pero no todos los números naturales, y sin embargo son tantos cuantos son los naturales, ya que a cada número natural corresponde un solo número par, que es su doble, y a cada número par corresponde un solo número natural, a saber, su mitad, sin que quede en ninguno de los dos conjuntos un número sin aparear:

$$\begin{array}{ccccccc}
 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & \dots \\
 | & | & | & | & | & | & \\
 2 & 4 & 6 & 8 & 10 & 12 & \dots
 \end{array}$$

La paradoja, en diversas formas, era conocida de antiguo. Se suele mencionar a Galileo, pero ya los estoicos la conocieron, cuando observaban (para escándalo de Plutarco) que las partes del mundo no son más numerosas que

las de un hombre. Aunque esto no significa que con ello fueran “los primeros en definir el conjunto infinito”, como pretende Sambursky (*El mundo físico de los griegos* p. 184), pues no es lo mismo tomar nota de una propiedad que dar una definición. Además, antes que ellos ya Anaxágoras (s. V a. C.), filósofo del infinito, se había dado cuenta de dicha propiedad, y la asumió positivamente. Véase cómo se expresa en unos de sus fragmentos conservados:

“Y dado que las partes de lo grande y de lo pequeño son iguales en cantidad, así también deben estar todas las cosas en todo. (...) En todas las cosas hay muchas cosas, iguales en cantidad en las más grandes y en las más pequeñas de las que se separaron” (Fragmento B 6; traducción de C. Eggers Lan).

¿Qué significa decir que las partes de lo grande y de lo pequeño son «iguales en cantidad»? Creo que la interpretación correcta de esta frase es la que entiende en ella lo mismo que expresa la paradoja que estamos comentando.

Al asumir esta propiedad paradójica precisamente como *la definición* del conjunto transfinito, y al notar asimismo que las propiedades de los números transfinitos no tienen por qué ser las mismas que las de los finitos, Dedekind y Cantor hicieron posible para las matemáticas el trabajar con transfinitos, de manera semejante a como siempre lo habían hecho con los finitos.

Dirijámonos ahora a la explicación de B. Russell. Según él, la dificultad histórica para poder hacer comprensibles las cantidades infinitas, la fuente de toda la dificultad, brotaba de una concepción inadecuada de lo que es un número. Se definía el número como algo que surge de la operación de contar. Tal concepción se nos revela de modo patente en la palabra griega *arithmós*, que significa “número”, y que es de la misma raíz que el verbo *arithmein*, que significa “contar”. Pero si para obtener un número lo único que podemos hacer es contar, resulta que el número infinito es irrealizable, inalcanzable, y por lo tanto incognoscible o simplemente imposible. Puesto que, ciertamente, si nos ponemos a contar los elementos de una colección infinita, jamás llegaremos a completar nuestra tarea. Es imposible llegar al final de un proceso infinito. Ahora bien, dice Russell que “no es esencial para la existencia de una colección, o incluso para el conocimiento y el razonamiento acerca de ella, que seamos capaces de pasar revista a sus términos de uno en uno” (*Our Knowledge of the External World*, p. 187). En efecto, “una clase infinita puede ser dada de una sola vez mediante el concepto que la define”, y lo mismo, “un conjunto infinito de puntos puede ser dado de una vez como constituyendo una línea o área o volumen, aunque no pueden ser alcanzados jamás por el proceso de división

sucesiva” (*íbid.* p. 163). En general, toda posición efectiva de lo infinito, todo dominio, o comprensión del mismo, debe hacerse de una vez, en una especie de salto, o sea, obviando de algún modo el recorrido.

Bertrand Russell considera que la definición de Cantor logra esto de forma matemáticamente satisfactoria. Russell advierte que esta aportación va unida a un cambio en la definición de lo que es un número, cambio que realizó Gottlob Frege, con su definición de “número” basada en la noción de biyección de los elementos de un conjunto. Vamos a dejar a un lado un examen más detallado de la aportación de Frege, pues lo que nos importa es que existe la posibilidad de conocer un número y razonar con él sin haber contado de uno en uno sus elementos, y que de este modo nos podemos formar concretamente un concepto perfectamente inteligible de número infinito, mediante una operación finita y finalizable de nuestro entendimiento.

De hecho, también sucede lo mismo si nos atenemos a otros modos de definir lo infinito, por ejemplo, si lo entendemos como un concepto privativo, como la negación de límites en aquello que podría tenerlos. Parece que podemos obtener el concepto de lo infinito a partir de conceptos que no contienen la noción de infinitud. Sin embargo, hemos de notar que cualquier concepto universal contiene una cierta dimensión de infinitud. Lo podemos comprobar en el propio ejemplo que pone B. Russell para mostrar que no es necesario recorrer todos los elementos de una colección para conocerla y razonar sobre ella: podemos hablar, dice, de “la humanidad” o “el género humano” sin conocer personalmente a una gran parte de los individuos pertenecientes a este conjunto (*op. cit.* p. 187).

También podemos observar que cuando usamos la palabra “siempre”, para decir, por ejemplo, que “siempre es posible seguir”, o que “siempre hay un número mayor que cualquier número dado”, etc., la palabra “siempre” implica que con nuestra inteligencia traspasamos los límites de cualquier cosa particular dada.

La intelección humana se muestra, pues, como un acto finito de nuestra mente que, sin embargo tiene la capacidad de “saltar” por encima de un recorrido interminable y recoger toda su pluralidad en una unidad definida, determinada, inteligible: el concepto expresado por la definición. Esta es una notable característica de los conceptos con los que pensamos, y a ella nos referimos al decir que tenemos un cierto modo de infinitud.

En general, un concepto universal es de suyo aplicable indefinidamente a cuantos individuos existan del tipo al que el concepto se refiere. Puede que en

la realidad existan o hayan existido sólo un número finito de manzanas; pero el concepto de manzana es de suyo inagotable en su uso y aplicación. Su potencia significativa es, en este sentido, infinita. Dicho de otro modo, mientras que con los sentidos sólo conocemos en cada caso seres individuales, con la razón pensamos y conocemos de un modo infinito, ya que en cada concepto se incluye una referencia potencialmente infinita a todo cuanto caiga bajo su noción.

A esto se añade que no sólo disponemos de conceptos específicos para las diversas especies de cosas, situaciones, hechos y fenómenos del mundo, sino también conceptos generales, en grados ascendentes de generalidad, hasta llegar a conceptos como el de “cosa”, “ente”, “algo”, etc. También estos conceptos son potencialmente infinitos, y en definitiva son capaces de referirse a todo absolutamente, a lo que es y a lo que no es, incluso, y gracias a ellos nuestro entendimiento, podemos decir sin reservas, se abre infinitamente a una cierta comprensión universal.

Para terminar, sólo nos falta una precisión acerca de esta infinitud de la inteligencia que estamos exponiendo, con la cual además se podrán prevenir algunas confusiones que en un tema como el infinito se producen fácilmente. Consistirá en la referencia a una distinción muy importante. Una de las operaciones más básicas del pensamiento filosófico, sin la que no podría tener ninguna pretensión de rigor, es el análisis fino y la distinción de sentidos de los términos. Es esta una aportación característica del filósofo al saber humano, que nos hace valorar la vigencia y la utilidad de la reflexión filosófica, hoy y siempre.

Pues bien, no hay un solo modo de infinitud, ni un único concepto de “infinito”, sino que existen diversos sentidos para esta palabra y hay diferentes sentidos en que algo puede ser infinito. Más arriba mencionamos la distinción aristotélica entre un infinito en acto y un infinito en potencia. Ahora nos centramos en otra distinción, del todo fundamental, en la que sin embargo no hay unidad terminológica entre los autores.

Vimos más arriba que Cantor distingue entre “infinito” (aplicable a Dios) y “transfinito” (aplicable al mundo y a los números). La infinitud aplicada a Dios significa sin duda perfección y excluye toda imperfección. En cambio, la infinitud de las magnitudes y las cantidades, lo “transfinito” de Cantor, en cuanto tal, significa imperfección, ya que implica un proceso que no puede terminar nunca y en el que siempre falta algo. Por consiguiente, entender la infinitud divina en el mismo sentido que la infinitud de la cantidad sería atribuir imperfección a Dios, lo cual es evidentemente contra la intención del atributo mismo. Se impo-

ne, pues encontrar una definición distinta de “infinito”, que no sea el infinito de la cantidad, y que permita entenderlo como perfección. Aristóteles, primero, y Santo Tomás, a continuación, nos llevarán hacia lo que buscamos.

Para Aristóteles, que como físico y cosmólogo pensaba el infinito en una perspectiva cinética, el núcleo de la noción de infinito es ser “lo que no se puede recorrer”. Ahora bien, en un sentido, algo no se puede recorrer porque su naturaleza no lo permite; en otro sentido, algo que de suyo admite ser recorrido, sin embargo no se puede llegar a recorrer porque el recorrido resulta siempre incompleto y siempre falta una parte por recorrer. Este segundo sentido pertenece al infinito de la magnitud, del tiempo y del movimiento, y es el que le interesa a Aristóteles. El primer modo de infinitud, en cambio, le parece un sentido impropio, y lo deja sin tratar. Para designarlo, Aristóteles utiliza una curiosa expresión: dice “infinito como la voz es invisible”. Autores posteriores (por ejemplo, San Juan Damasceno) han designado al infinito en el segundo sentido como “infinito privativo”, y al infinito en el primer sentido como “infinito negativo”.

Ahora bien, no hay duda de que cuando pensamos en la infinitud divina, no se trata de la infinitud de un recorrido, pues la naturaleza divina no admite precisamente recorrido alguno. Por lo tanto, sería el infinito en sentido impropio de Aristóteles, el infinito negativo, el que puede atribuirse a Dios, pero no una infinitud en sentido propio o privativa.

Santo Tomás de Aquino completa e ilumina esta distinción añadiendo la consideración siguiente: algo se denomina infinito por el hecho de que carece de fin o término. Ahora bien, en cierta manera la materia es terminada por la forma, y la forma por la materia. Leamos la explicación de esto en sus propias palabras:

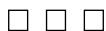
“La materia es terminada por la forma, en tanto que la materia, antes de recibir la forma, es en potencia a muchas formas; pero cuando recibe una, es acabada por ella. En cambio, la forma es finita por la materia, en tanto que la forma considerada en ella misma es común a muchas cosas; pero por el hecho de ser recibida en una materia, viene a ser la forma determinada de esta cosa. Ahora bien: la materia es perfeccionada por la forma por la cual es finita; y por esto el infinito, según que se atribuye a la materia, tiene noción de imperfecto, pues es como una materia que no tiene forma. En cambio, la forma no es perfeccionada por la materia, sino que más bien se contrae por ella su amplitud; de modo que el infinito, según que se da por parte de la forma no determinada por la materia, tiene noción de perfecto” (*S. Th. I q. 7 a. 1: “Si Dios es infinito”*).

Por consiguiente, sintetizando todo lo anterior, hay que distinguir un infinito según la materia y un infinito según la forma. El infinito según la materia es el infinito privativo, el que le interesaba a Aristóteles como infinito en sentido propio. El infinito según la forma es meramente negativo, “como la voz es invisible”, pero significa perfección y puede atribuirse a Dios.

Pues bien, la infinitud del entendimiento humano que defendemos en estas páginas, por la cual es capaz de entender, mediante actos acabados, mediante representaciones unitarias y actuales, la realidad en todos sus aspectos finitos e infinitos, es una infinitud del segundo tipo, es decir, según la forma, negativa, y significa perfección.

Claro está que es una infinitud potencial y no actual, ya que nuestros conceptos, nuestros juicios y nuestros razonamientos son indudablemente finitos en acto; y es sólo su alcance significativo, su capacidad de representación -que es potencial-, lo que no se agota por alcanzar su objeto propio. Pero por otro lado, no por ser potencial ha de ser una infinitud según la materia; por el contrario: no hay un recorrido interminable en nuestros conceptos, ni es imperfección de los mismos su poder de referencia infinito, sino que son infinitos como la forma, es decir, porque no se hallan coartados ni limitados por una materia en la que se hubiesen realizado.

Siendo así, la infinitud de nuestro entendimiento significa perfección: esa perfección que consiste en la abertura infinita a todo el ser, en la capacidad de poseer interiormente cada uno de nosotros las otras cosas que nosotros no somos, de hacer nuestro el universo entero con sus leyes y sus causas. Es decir: la perfección del conocimiento, que, como dice también Santo Tomás, pone remedio a nuestra imperfección haciendo presentes en nosotros de algún modo las perfecciones de todas las demás cosas (*De ver. q. 2, a. 2, c.*).





LA TEOLOGÍA ANTE EL INFINITO

*Dr. Josep-Ignasi Saranyana Closa
Presidente de Sección de Ciencias Humanas de la RAED*

1. Diferentes aproximaciones epistemológicas, según los grados de abstracción

La teología no se sitúa en el mismo plano abstractivo que la matemática y la física. En cambio, se halla en el mismo plano abstractivo que la filosofía, porque la filosofía constituye un momento interno de la teología, pero con alguna diferencia que explicaré en su momento.

*

En cuanto a la física, la cuestión sobre el infinito es relativamente simple, desde la vertiente teórica. No lo es tanto desde el punto de vista imaginativo, pues todos estamos influidos por los medios, que divultan los fantásticos logros de la astronomía y de las ciencias afines. Me parecen oportunas, para ilustrar esta doble perspectiva, unas afirmaciones del norteamericano John Mather (*1946), premio Nobel de Física en 2006:

“El universo no tiene centro. No tiene márgenes ni límites. No tuvo un primer momento, que es lo contrario de lo que la gente considera cuando piensa en el *Big Bang*. No comenzó con un *bang*. [...] No comenzó. No hay momento cero, porque habría debido ser un momento de densidad infinita, lo cual no es posible. Todo lo que hacemos en física tiene que ver con procesos. Tiene que haber una cosa ya existente que se transforme en una cosa diferente. No podemos decir que no había nada y que después hubo alguna cosa” (*La Vanguardia*, 11 de octubre de 2016, p. 28).

La física, si se mantiene en su nivel abstractivo, sólo atiende a las cualidades, que son accidentes que nos hacen “aparente” la substancia, como el color, olor, el sonido, etc. En este ámbito no hay lugar para la cuestión del infinito, porque, como resulta obvio, los sentidos, que nos dan razón de las cualidades, tienen unas limitaciones corpóreas a la hora de percibir las sensaciones: no se pueden ver todos los colores, la luz muy intensa hiere la retina, los sonidos perceptibles son pocos y finitos, los sonidos muy agudos o muy potentes dañan el oído, no es posible distinguir todos los sabores, etc. Los físicos, por otra parte, como señalaba John Mather en la cita antes referida, se ocupan no sólo de fenómenos, sino también de procesos. En ambos casos (percepción de fenómenos y determinación de procesos) no hay lugar para la pregunta por el infinito.

Sólo si la física abandona su área específica y se adentra en el área de la matemática (como en el caso de la astrofísica) o de la cosmología (al demandarse sobre el origen o final del mundo), topa con la compleja cuestión del infinito, como nos ha mostrado el Dr. David Jou en su intervención.

*

El caso de las matemáticas es más complejo. El análisis matemático corriente se ocupa de la cantidad. Lo propio de la matemática es contar. Contar no es una operación física en sentido propio, pues los números no son nada extramentalmente y, por ello, no constituyen sensaciones o cualidades de las cosas. San Agustín lo demostró en sus *Confessiones*, cuando advirtió que numerar es una operación del alma, y lo expresó con una de sus sentencias más lapidarias: “He percibido por todos los sentidos del cuerpo los números que numeramos; pero otros muy diferentes son aquellos con que numeramos, los cuales no son imágenes de éstos, poseyendo por lo mismo un ser mucho más excelente” (*Conf.*, lib. X, cap. 12, n. 19). Los signos que expresan los números son sensibles; los números mismos expresados por los signos son de otro orden. Así, pues, la teoría de los números no es una cuestión física, sino de alta matemática y, si mucho se me apura, es una tema filosófico.

No nos extrañe, por ello, que la alta matemática tienda a adentrarse en la filosofía. Los matemáticos que analizan la noción de infinito traspasan su propio plano abstractivo, para ingresar en un nivel abstractivo superior, aunque permaneciendo tímidamente en el umbral de ese nivel. No van más allá de la discusión lógico-matemática. Estimo que, cuando la Dra. Bayer señala que hay distintas nociones o conceptos de infinito, abandona la matemática, para acceder a la meta-matemática, ofreciendo así una nueva perspectiva de la cuestión.

En definitiva: preguntar sobre el infinito constituye, de suyo, un tema filosófico, que la matemática toma prestado de la filosofía. La contradicción o dificultad de las matemáticas sobreviene cuando, al tomar prestada una noción filosófica, se la pretende explicar o analizar con una herramienta no filosófica.

La filosofía de mediados del siglo XIII (por ejemplo, Tomás de Aquino) señaló, a mayor abundamiento, que todo lo que tiene “cantidad”, es decir, todo cuerpo natural matemático, es susceptible de más y de menos. Si imaginásemos un cuerpo matemático infinito, habría que imaginarlo bajo alguna forma o formalidad, porque nada es sino por su forma. Y si ese cuerpo matemático infinito fuese extramental lo sería por su forma; lo cual implicaría una limitación, pues estaría “informado”, o sea, limitado por su formalidad. Por consiguiente, “es imposible que un cuerpo natural sea infinito”.

Aquino no conocía, obviamente, la matemática moderna, pero tal matemática no trabaja en el plano de las primeras intenciones, sino de las segundas intenciones, es decir, en el plano lógico o mental, como ya se ha dicho. Así, pues, las conclusiones del Angélico no quedan descalificadas. De hecho, adelantando conclusiones, Santo Tomás no considera imposible un infinito actual extramental, siempre que tal “conjunto” lo sea de entes no materiales, es decir, no afectados por el accidente cantidad y, por ello, inextensos. No le parece absurdo un conjunto infinito de espíritus puros.

*

Pasemos ahora a *la ciencia teológica*, tan vinculada a la filosofía, como dije al comienzo. Desde el punto de vista filosófico, el tema del infinito viene de lejos, como nos ha informado el Dr. Antoni Prevosti en su intervención. Se nos ha dicho, en efecto, que fue una de las grandes cuestiones que inquietaron a los griegos, particularmente a Aristóteles. Los griegos se plantearon la cuestión de la infinitud tanto en relación con el espacio como respecto al tiempo. Tal enfoque pasó a los cristianos, con el importante añadido de que el mundo ha sido creado de la nada, un hecho conocido por la Revelación.

San Agustín es testigo cualificado de la riqueza especulativa que aporta la Revelación a la filosofía (y, por supuesto, a la teología). En los tres libros finales de las *Confessiones*, añadidos a última hora, o sea, después del 410 o incluso más tarde, el obispo de Hipona escribe: “Todo lo que no es hecho y, sin embargo, existe [sin variación], no puede contener nada que antes no fuese, puesto que en esto [de pasar de no-ser a ser] consiste el mudarse y variar” (*Conf.*, lib.

XI, cap. 4, n. 6). Y hablando ya de la condición humana, y situándose en el plano de la *causa eficiente*, concluye: “Puesto que somos, hemos sido hechos; no éramos antes de que existiéramos, para poder hacernos a nosotros mismos”. El hombre no es *causa sui*, porque cambia, como tampoco Dios tiene causa, aunque, por lo contrario, porque no puede cambiar y, sin embargo, existe. El hombre no se hace, porque no era antes de ser; y Dios tampoco se hace, porque no pudo nunca no-ser y pasar a ser.

Visto el mismo asunto desde la *causa material*, lo hecho no puede provenir de lo no-hecho, sino sólo de algo anterior. Todo ser hecho tiene causa material de lo cual se hace. Por ello, todas cosas claman que no se hicieron a sí mismas, porque cambian y mudan, son hechas y dejan de ser, son contingentes. Más claro todavía: lo que cambia y muda no puede ser la causa de lo que no cambia y no muda, sino más bien al contrario. Es así que todo cambia y muda; luego, las cosas no se hicieron a sí mismas.

Al considerar que nada puede ser hecho de la nada (o sea del no-ser), salvo por *creación*, se planteó en el siglo XIII un problema interesante: la posibilidad o no posibilidad de la creación *ab aeterno*. El marco de la polémica fue la Universidad de París entre 1260 y 1270. Contendieron tres posiciones doctrinales: los seguidores del averroísmo latino (aristotélicos a letra), los teólogos agustínistas (sobre todo franciscanos, entre los que destacó San Buenaventura) y Santo Tomás (aristotélico a su modo). Los tres bloques en combate eran cristianos y los tres aceptaban el dogma cristiano de la creación *ex nihilo* (de la nada).

- 1º) Los primeros afirmaban, sin ambages, que el mundo había sido creado *ab aeterno*.
- 2º) Los segundos sostenían que no sólo no había sido creado *ab aeterno*, sino que una creación *ab aeterno* era imposible, porque el mundo había sido hecho para el hombre y, puesto que el hombre es mortal, pero su alma subsiste después de la muerte, un mundo eterno implicaría un infinito actual de almas separadas y, después de la resurrección de los muertos, un infinito actual de hombres (es decir, de almas con su cuerpo recuperado), lo cual les parecía imposible, porque el infinito actual no es posible.
- 3º) Aquino mantuvo una posición particular y fue seguido por muy pocos. Sus puntos de vista se hallan en el opúsculo *De aeternitate mundi contra murmurantes*, un denso ensayo de 1270. La posición de Santo Tomás es clara: contra los primeros, la fe nos dice que el mundo no fue creado

ab æterno, sino *ab initio temporis* (Concilio IV Lateranense, de 1215, decreto “Firmiter”); contra los segundos, que Dios pudo crear al hombre cuando lo hizo, si bien el resto del mundo pudo hacerlo *ab æterno*.

No obstante, y aquí viene la mayor originalidad tomasiana, Aquino afirma que “no está demostrado, que Dios no pueda hacer que haya infinitas almas en acto” (*Contra murmurantes*, cit., ed. Saranyana, n. 11 [12]). Esta afirmación remite a su *Quodlibeto X*, donde leemos que, por carecer de materia, pudo crear infinitos ángeles, que son seres puramente espirituales y, por tanto, inmateriales. ¿Es éste el caso de las almas separadas? Y aquí yace el problema: Dios podría hacer infinitas almas, en cuanto son espirituales, es decir, formas subsistentes; pero, por otra parte, no podría hacer infinitas almas, porque ello implicaría infinitos cuerpos en la resurrección final. El *Quodlibeto* citado se titula precisamente: “Utrum Deus possit facere infinita in actu”.

Se advierte que, en el plano meramente filosófico, Aquino dudaba en tomar una posición taxativa sobre el tema, si bien no dudaba en el plano teológico. Según la teología, el mundo no es eterno, sino creado en el tiempo. Según la filosofía, en cambio, no es absurdo que haya podido ser creado *ab æterno*.

2. Si Dios es infinito

El asunto se complica más todavía, cuando la ciencia teológica aborda el tema de los atributos esenciales o metafísicos de Dios, y se examina si Dios es infinito, eterno e inabarcable. Decir que Dios es infinito implica un serio problema, a no ser que se diga que es infinito en sentido metafórico, como sinónimo de omnipotente, eterno, omnisciente y sumamente perfecto.

¿Por qué constituye un problema? Porque para los medievales (hasta Juan Duns Escoto), la noción de infinito era meramente conceptual, sin correlato en la realidad extramental (ya hemos visto las dudas de Santo Tomás acerca de la infinitud actual de almas separadas). Por ello, Aquino evitó decir que Dios es infinito; al menos no lo dijo nunca sin muchas matizaciones, equiparando el atributo de infinitud al de suma perfección. Sin embargo, Escoto, que pertenece a la siguiente generación teológica, se empeñó en llevar la teología por otros derroteros.

En Duns Escoto encontramos ya la noción de infinito aplicada directamente a Dios, sin matiz alguno. Al afirmar que Dios es el ser infinito, considera

que ser infinito es el concepto más perfecto y, a la vez, el más simple. De entrada, pues, rechaza el principio tomasiano, según el cual es imposible el infinito actual, tanto en el orden conceptual como en el orden extramental. El axioma de partida de Escoto es que la “finitud” expresa una propiedad trascendental del ser o ente, y que, por ello, la infinitud es un atributo esencial o metafísico de Dios.

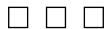
Según Escoto, sólo a partir de la ontología se puede acceder a Dios racionalmente. En consecuencia, las pruebas de la existencia de Dios no podrán ser cosmológicas, como había pretendido Santo Tomás, es decir, a partir del mundo, y ni siquiera metafísicas; sino sólo *ontológicas* (obviamente no exactamente en sentido heideggeriano, aunque Heidegger se inspiró en Escoto). En tal contexto, el *fundamento ontológico de la demostración* es que lo “finito” expresa una propiedad trascendental del ser, ampliando, de este modo, las pasiones convertibles con el ser, de cuatro (uno, verdadero, bueno y algo) a cinco o seis (si se incluye también lo “bello”). Es más: el concepto de infinito es, a la vez, el concepto más perfecto y más simple alcanzable por nosotros; es más simple y más perfecto que la noción de bueno, verdadero o cualquier otra noción trascendental semejante. De modo más radical: el concepto más simple y perfecto que puede concebir la mente humana es el concepto de “ens infinitum”.

He aquí la demostración de que Dios es infinito: del mismo modo que Dios es sumamente uno, verdadero y bueno, así también Dios supera por completo la finitud de la criatura y es, por ello, infinito. Más en concreto, la infinitud es el constitutivo formal de la esencia divina, es decir, aquel atributo que para nosotros resulta primero y más evidente (para Aquino, en cambio, el constitutivo formal de la esencia divina es ser el existente por esencia, o sea, ser el *ipsum esse subsistens*). Según Escoto, la noción de ser infinito, abstraída de la conciencia de la criatura, es la más idónea para representar el ser divino, aunque de modo imperfecto, porque nos movemos en el plano de la analogía entis (que Escoto entendió a su manera).

Conviene advertir, para terminar, que Duns Escoto tiene una noción del “infinito” que se aproxima al infinito matemático, pero con un matiz importante: es una noción o concepto, cuya realidad no sólo es lógica (como en las matemáticas), sino también efectiva y extramental, en el caso de Dios. Por eso debe rechazar el principio euclíadiano de que “el todo es mayor que la parte”, y afirmar que una inteligencia limitada (o finita), como lo es toda inteligencia creada, pueda “abrir” el ser infinito, porque el citado principio no es prin-

cipio universal y primero, pues hay partes del todo que pueden ser iguales o mayores que el todo, como ya han mostrado el Dr. Prevosti y la Dra. Bayer en sus respectivas intervenciones.

Aquino, por el contrario, consideró, como ya se ha dicho, que el infinito *in actu* es imposible, incluso el infinito matemático (de ahí sus dudas sobre el infinito actual de almas separadas). Y, por ello, estimó que “es imposible que un cuerpo natural sea infinito”. Así, pues, cuando afirma que “Deus est infinitus et perfectus”, no toma como referencia el análisis del infinito matemático, que considera imposible en la realidad extramental, sino que se refiere a la forma perfectísima que carece de cualquier restricción. Dios es tan perfecto, que su forma o esencia no está limitada ni siquiera por su *esse*, sino que es ella misma puro existir, “ipsum esse subsistens” (*Summa theologiae*, I, q. 7, a.1c.).







□ □ □

EL MÓN EN UNA CRUÏLLA DE CAMINS

EL MUNDO EN UNA ENCRUCIJADA



Colloque « Repenser l'Europe »

UNE NOUVELLE VISION POUR L'EUROPE : ENGAGEMENT CITOYEN ET VOLONTÉ HUMANISTE

17 octobre 2017- Parlement Européen

Dra. Ina Piperaki

Académica Correspondiente para Grecia de la RAED

«il avait perçu la nécessité de créer entre les Européens des intérêts et des solidarités tels que la guerre devrait impossible »

Jean Monnet

« Aidant les pauvres, juste envers les gens prospères, en haut ainsi qu'en bas, j'ai placé l'équité. »
Solon, philosophe et législateur grec 6e siècle avant l'ère moderne

Monsieur le Ministre Louis Michel, Messieurs et Mesdames Députés européens, Monsieur le Président de AME, Marc Menschaert, Mesdames et Messieurs,

Merci pour cet accueil chaleureux au sein du Parlement européen et l'organisation de ce Colloque,

Introduction

Il y a juste une semaine, le Prix Nobel de Physique 2017 a été attribué aux pionniers de la découverte des vagues de gravitation : que sont-elles les vagues de gravitation ?

Si l'Univers était un immense lac, ces ondes seraient l'analogue des cercles concentriques créés en surface après la chute d'un caillou. Elles se propagent en faisant osciller l'eau. Mais l'Univers n'est pas un lac, c'est un espace-temps,

c'est-à-dire un volume dans lequel, contrairement à l'intuition, le temps et les positions ne sont pas indépendants.

Notre Univers est élastique : si on le secoue à une extrémité, il vibre et la secousse se propage jusqu'à l'autre bout. Ces vibrations sont les ondes dites «gravitationnelles», car liées à la force de gravitation. Elles ouvrent une nouvelle fenêtre sur l'Univers : comme disent les astronomes, « *jusqu'à présent on avait la vue, maintenant on a l'ouïe* ».

Très chers tous, c'est exactement comme notre société européenne : nous participons depuis longtemps aux vagues de gravitation de la société tant européenne que mondiale. Nous observons les cercles concentriques d'élasticité citoyenne et nous sommes incapables de ressentir l'importance du secouement et les vibrations jusqu'à l'autre bout de nous ; étonnamment « les cailloux » tombent, l'espace et le temps se dilatent et nous, nous faisons semblant, paraît-il, *de n'avoir ni vue, ni ouïe*.

Comment contenir le déferlement de la vague populiste qui risque de balayer nos démocraties ? Comment faire face à la vague énorme d'immigration ? Comment agir pertinemment et sans hypocrisie contre le changement climatique ? Comment préserver au mieux les droits de l'Homme et l'Etat de droit au sein de l'UE ? Comment prévenir l'éclatement de l'Union et faire de la sorte que « l'union » règne dans l'Union ? Pour en finir avec les politiques économiques disqualifiées, mettre l'austérité en minorité et lutter contre les inégalités de tout genre, il est urgent de démocratiser la gouvernance de l'Union.

Il faut repenser l'Europe, il faut la faire aimer ! Car de nombreux citoyens considèrent que l'Union est trop éloignée de leurs préoccupations, ou d'autres, qu'elle interfère trop dans leur vie quotidienne. D'autres encore remettent en question sa valeur ajoutée (l'année dernière un pays membre a décidé de quitter l'Union, le Brexit n'est pas aussi anodin qu'on veut le présenter ou que l'on veut le croire). Finalement trop nombreux sont ceux qui jugent que l'UE n'a pas été à la hauteur de leurs attentes lorsqu'il fallu gérer la pire crise financière, économique et surtout sociale que nous avons vécu après la seconde guerre mondiale. Trop nombreux sont ceux qui se sont sentis trahis et dont la vie a été gravement changée, vers le pire bien évidemment, et nombreux ceux qui sont obligés de constater que le bonheur humain n'est plus la préoccupation de nos sociétés mais plutôt le bonheur économique d'une élite financière.

L'objectif, pour nous pro-européens essayant d'être pragmatiques penchés sur les problèmes des citoyens ordinaires, est de faire un état des lieux, d'aborder une analyse, certes pas exhaustive, et de présenter une série de propositions afin que l'Europe avance de façon au moins représentative et inclusive pour tous. L'objectif est que chaque citoyen s'empare du débat européen et que les différentes forces sociales et politiques s'engagent à contribuer à l'amélioration du projet «Europe» pour sortir de la sinistrose ambiante d'aujourd'hui.

Un livre blanc pour l'Europe à l'Horizon 2025 et le questionnement démocratique.

En mars dernier le Président de la Commission Européenne Jean Claude Juncker lance à Rome, à l'occasion du 60ème anniversaire des Traités de Rome, un livre Blanc avec 5 scénarios pour l'Europe à l'Horizon 2025, qui est conçu comme la contribution de la Commission Européenne à un nouveau chapitre du projet européen. « *Nous voulons lancer un processus par lequel l'Europe déterminera sa propre voie. Nous voulons identifier les défis et les opportunités et exposer la manière dont nous pouvons collectivement choisir d'y répondre* », disait-t-il. Je vous invite à garder en mémoire la nécessité du mot « collectivement ».

500 millions de citoyens qui vivent libres au sein de l'une des économies les plus prospères de la planète, 70 ans de paix ininterrompue ... certes, mais est-ce bien la paix contre une guerre classique, et **quoi dire de la guerre économique** profondément dévastatrice qui règne depuis 10 ans maintenant ?

«*Pendant des générations, l'Europe a toujours été synonyme d'avenir* », est-ce bien le cas aujourd'hui quand on voit le repli identitaire et nationaliste, voire populiste et fasciste, augmenter dans les pays les moins touchés par la crise, à titre d'exemple je cite :

- la France où le FN aux dernières élections présidentielles en avril 2017, au premier tour atteint le taux de 21,30%,
- En Allemagne, aux élections du mois de septembre 2017, l'AfD, parti nationaliste a fait un taux inattendu de 12,6%, permettant l'entrée de ce parti d'extrême droite au Parlement ; c'est une première après la seconde guerre mondiale.

- et finalement en Autriche, dimanche dernier, le 15 octobre 2017, le parti chrétien-conservateur, le parti populaire (ÖVP) de Sebastian Kurz remporte les élections avec 31% et une coalition avec le FPÖ, le Parti de la liberté d'Autriche (26%) n'est pas exclue (créé en 1956 par d'anciens combattants nazis). Ce parti prône un rapprochement avec le groupe de Visegrad, comprenant des pays comme la Pologne et la Hongrie qui ont une vision bien différente de la nôtre pour l'Europe.

Le **13 septembre 2017**, traditionnellement « L'état de l'Union » a été présenté par la Président de la Commission.

Là nous avons appris que depuis le lancement du livre blanc, un débat s'est tenu dans toute l'Europe ; 129 dialogues entre des citoyens et le président Juncker et les membres de la Commission européenne se sont déroulés dans 27 États membres, notamment dans toutes les capitales.

Durant ce discours, attendu chaque année comme un bilan adressé au Parlement, le Président de la Commission, cette fois-ci, a présenté sa vision propre des choses : son scénario personnel - si vous voulez – son “sixième scénario” est : « ***l'Union des valeurs*** » !

Notre Europe à nous, est une Europe humaniste et démocratique.

Mesdames et messieurs, nous humanistes, nous réjouissons car pour nous, ce n'est que **l'Europe des valeurs** qui peut être envisageable ! Notre vision de l'Europe est celle, héritière de l'Europe des Lumières, avec ses racines tirées de la philosophie anthropocentrique gréco-romaine, qui fondent le socle de « l'État de droit». **Notre Europe à nous, est une Europe humaniste**, au sens où l'Homme et son environnement sont placés intrinsèquement au centre de **la pensée philosophique, de l'action sociale et de la construction pour l'avenir**.

Pour nous, la démocratie ce n'est pas l'indétermination mais c'est « l'autoinstitution» explicite. C'est le fait de dire, comme le disaient les Athéniens du 5e siècle avant l'ère moderne : « ***Il est apparu bon au conseil et à l'assemblée du peuple*** » ou comme l'on dit dans la plupart des Constitutions modernes « ***la souveraineté appartient au peuple*** ». Mais est-ce bien le cas ? Les citoyens européens n'ont pas le ressenti de vivre dans une démocratie européenne quand **les lois ne sont pas débattues en Assemblée Parlementaire, mais sont promulguées soit par des mémorandums soit par des ordonnances**.

La démocratie est un régime très improbable, et très fragile, et dépend de la volonté, de la liberté, du sens de l'humanisme et de la maturité du peuple, ou des peuples.

Allant un peu plus loin, et notamment concernant la zone euro :

Monsieur Juncker plaide que la zone euro est aujourd’hui plus robuste qu’elle ne l’a jamais été. «*Nous avons notamment créé un mécanisme européen de stabilité (MES)*». Il pense que ce mécanisme devrait maintenant évoluer progressivement vers un **Fonds monétaire européen**, fermement ancré dans l’Union. Cela vaut la peine de noter que l’architecte du **Fonds monétaire européen** fut le ministre de l’économie et des finances allemand, Monsieur Schäuble, et que cela reste toujours une proposition intransigeante allemande.

Nous, au niveau d’une gouvernance **démocratique et humaniste de l’Europe**, nous ne pouvons que soutenir ce qui est « démocratiquement » logique et proposé par d’autres pays, dont la France : il nous faut en lieu et place de ce fonds monétaire européen **un vrai budget de la zone euro, avec une politique économique et fiscale européenne**.

Le 11 octobre 2017, la Commission plaide pour l’achèvement de l’union bancaire dans tous ses éléments d’ici à 2018.

S’inspirant des progrès considérables déjà réalisés, la Commission publie une communication qui trace un chemin ambitieux mais réaliste vers un consensus sur tous les éléments en suspens de l’union bancaire, tout en tenant compte des engagements déjà pris par le Conseil. Elle précède le sommet de la zone euro qui se tiendra en décembre 2017 dans une configuration ouverte et qui abordera l’achèvement d’une union bancaire aboutie, associée à l’union des marchés des capitaux, favorisera la stabilité et l’intégration du système financier dans l’UE, ce dont profiteront les entreprises et surtout les citoyens européens.

Par ailleurs, dans cette dialectique de l’évolution de la gouvernance de la zone euro, je pense qu’on est tous d’accord que, pour la zone euro, le parlement envisageable doit n’être que le Parlement Européen. Depuis 2010 notre position a été la création des partis européens transnationaux, l’élection d’un parlement européen **au suffrage universel transnational direct**, s’exprimant sur des projets présentés par des listes elles aussi transnationales. C’est ainsi

que l'Europe politique existera. Nous nous réjouissons de voir qu'aujourd'hui cette idée retrouve des supporteurs comme Monsieur Emmanuel Macron et Monsieur Guy Verhofstadt et même le Président de la Commission. Et pour aller plus loin pourquoi ne pas avoir une élection du Président de la Commission Européenne au suffrage universel direct ?

Et on arrive au vif du sujet : il nous faut un exécutif, et pour revenir au sujet de l'économie, cela veut dire, un **ministre européen de l'économie et des finances**, qui encourage et accompagne les réformes structurelles dans nos États membres. Monsieur Juncker, pour des raisons d'efficacité, propose que cette tâche soit confiée au commissaire européen en charge de l'économie et des finances – idéalement vice-président de la Commission européenne – **et président de l'Eurogroupe**.

Mais mesdames et messieurs à notre lecture, là, il y a un problème important dans la vision des choses :

En dix ans de crise économique et financière, un nouveau centre de pouvoir a pris forme en Europe, **l'Eurogroupe**, qui joue le rôle d'un « gouvernement de la zone euro» et conduit aujourd'hui les politiques économiques européennes ; né sous le signe de l'informalité, il **fonctionne hors des traités européens** et n'a donc aucun compte à rendre au Parlement européen, ni *a fortiori* aux parlements nationaux.

Depuis sa création ce pôle exécutif européen n'a pas cessé de se voir attribuer de nouvelles compétences. Qui contrôle l'écriture des mémorandums qui imposent des réformes aux pays en difficulté, en échange de l'aide financière du Mécanisme européen de stabilité ? Qui suit l'activité exécutive des institutions qui imposent la troïka ? Qui évalue les décisions prises au sein de cet organe ? Qui sait ce qui se négocie au cœur de ses deux comités, économique et politique ? Ni les parlements nationaux qui ne contrôlent dans le meilleur des cas que leur propre gouvernement, ni le Parlement Européen, qui a été soigneusement placé à la marge de cette activité.

Ce gouvernement a, en somme, bien mérité des critiques, à commencer par celles de Jurgen Habermas qui n'hésite à parler à son propos **d'«autocratie post-démocratique »**.

Dans la réalité et sur le fond, cette structure de pouvoir a conduit à plusieurs reprises à surestimer les enjeux liés à la stabilité financière et à « la confiance

des marchés », pour ne pas parler que des **7,8 milliards d'euros de bénéfices** réalisés depuis 2012, récemment officiellement annoncé, dans le cadre des rachats de dette grecque par la Banque Centrale Européenne, suite à son programme de soutien aux pays en crise...

... et à sous-estimer les thèmes qui sont les plus susceptibles d'intéresser directement, le plus grand nombre de nos concitoyens, à l'image des politiques de l'emploi, de la croissance, de la convergence fiscale, de la cohésion sociale et de la solidarité, si nécessaires pour faire face aux crises multiples et diverses.

Pour nous, il y a urgence à rehausser la garde démocratique et à **replacer** la démocratie représentative au cœur des politiques économiques européennes. Il est grand temps de sortir de l'opacité dans laquelle évolue ce pouvoir européen en introduisant en son cœur **une institution démocratiquement élue**. Seule une Assemblée parlementaire dispose en effet de la légitimité nécessaire pour rappeler ce gouvernement de la zone euro à ses responsabilités.

- **Brexit, mouvements indépendantistes et le droit à l'autodétermination : un challenge ou une insuffisance européenne ?**

La contagion des revendications autonomistes, régionalistes ou nationalistes est-elle une réaction égoïste de quelques-uns ou un désir de bâtir de nouvelles institutions européennes, car l'Europe actuelle ne représente ni une puissance unificatrice, ni un projet pour la paix, ni un aboutissement d'une longue période de réflexion citoyenne ? Peut-on parler d'une ère post-nationale ?

Prenons à titre d'exemple des trois récents référendums en Europe : celui d'Ecosse moins douloureux, celui de l'UK qui a abouti au Brexit et cette dernière tentative de référendum catalan, certes pas institutionnellement approuvé, mais parfaitement douloureux pour mettre en cause tant ses deux leaders mais également le positionnement officiel de l'Europe qui fait semblant de ne pas se mêler de la politique intérieure des pays membres.

La Grande-Bretagne et l'Espagne aujourd'hui, sont unies, tristement devrait-on dire, par la commune médiocrité de leurs leaderships respectifs. Les suites du référendum sur le Brexit en Grande-Bretagne tout comme la tentative de référendum en Catalogne nous fournissent la preuve, **que la qualité ou non-qualité des Hommes reste le facteur explicatif et décisif de l'histoire**

humaine. Ce sont les Hommes et les Femmes qui font l'Histoire mais quelque fois ils n'en sont pas conscients.

En Espagne en 2017, on peut penser que l'arrogance, et tout simplement le manque de leadership éclairé de Madrid, sont responsables du chaos actuel. Nombreux sont ceux qui, de Madrid à Barcelone, estiment aujourd'hui que Mariano Rajoy aurait dû se rendre en Catalogne dès 2012 pour y prononcer un discours de **conciliation** et offrir le dialogue aux moins militants des nationalistes catalans, qui se trouvaient alors au pouvoir. Si un jour, la Catalogne devenait indépendante - ce qu'il ne faut pas souhaiter- le premier responsable ne serait pas tant son président actuel, Carles Puigdemont, que le Premier ministre espagnol.

Mariano Rajoy a montré trop d'autoritarisme face aux indépendantistes catalans; au lendemain de manifestations sévèrement réprimées, 850 blessés, deux leaders des mouvements autonomistes en prison, les Catalans attendaient une démarche d'apaisement qui soit inclusive et non pas les réprimandes d'un maître d'école distant et sévère.

A l'antipode de cela se trouve la Grande Bretagne où son premier ministre Theresa May **n'a cessé de changer de ligne** à propos du Brexit ; les mêmes causes produisant les mêmes effets, la situation de la Grande-Bretagne n'est pas si différente de celle de l'Espagne. Certes, l'enjeu y est moins dramatique. Il ne s'agit pas de la survie d'un pays - même s'il existe toujours le risque d'un nouveau référendum en Ecosse - mais plus simplement de sa relation avec l'Union européenne.

Il y a quelque chose d'irréel dans le débat qui paralyse actuellement la Grande-Bretagne. Que signifie la formule, si souvent employée par Theresa May, selon laquelle « *la Grande-Bretagne quitte l'Union, mais reste dans l'Europe* » ? Après avoir été membre d'un Club fondé **sur des valeurs** pendant plus de quarante ans, la Grande-Bretagne peut-elle se comporter comme si l'Europe n'était qu'une simple expression géographique ? A l'inverse, il est difficile de faire comme si le peuple ne s'était pas prononcé. Theresa May peut-elle, adoptant le parti de la raison, insister sur le fait que le Brexit étant tout à la fois trop coûteux et trop difficile à réaliser, il ne se fera pas ? Comment représenter une nation divisée si on ne lui tient pas **un langage clair et pédagogique** ?

Et dans cette situation chaotique au niveau européen sommes-nous à la hauteur de l'enjeu ? Ou plutôt démontrons-nous une absence de volonté politique, sous prétexte du principe de subsidiarité une incapacité à établir un dialogue

permanent et cohérent entre les citoyens et leurs gouverneurs ? En gros, donnons envie aux citoyens de se considérer comme « européens » et d'être fiers de leur appartenance.

• Les réfugiés et le Nouveau Schengen annoncé le 14 octobre 2017.

Au même moment d'autres problématiques humanistes et humanitaires sil- lonnent notre Union : le problème des réfugiés et celui de l'environnement.

Les événements tragiques survenus ces dernières années en Méditerranée nous ont montré que l'Europe a besoin de mieux gérer les migrations, dans tous leurs aspects. Il s'agit avant tout d'un impératif humanitaire.

Des stratégies se sont mises en place pour faire face aux problèmes liés à l'immigration surtout au plan humanitaire : il s'agit des sauver des vies et lutter en même temps contre le trafic des êtres humains, aider les pays qui sont le plus touchés, comme la Grèce et l'Italie, garantir la dignité humaine dans les sites d'accueil, et établir un système de re-localisation équitable.

Au même moment que des ONG, comme Oxfam, dénoncent une politique migratoire «inhumaine» dans l'UE, il est vrai que beaucoup d'avancées ont été réalisées et je cite notamment le programme de l'Union concernant les enfants mineurs : en avril dernier, la Commission a défini des mesures permettant d'identifier rapidement les enfants migrants lorsqu'ils arrivent dans l'UE, et de leur offrir des perspectives durables grâce à un meilleur accès à l'éducation et aux soins de santé.

En même temps, il ne faut pas nier que tous les pays européens ne démontrent pas les mêmes sensibilités et que dans des pays il y a des partis politiques qui basent leur campagne électorale notamment sur l'immigration ; et à titre d'exemple, je cite l'Allemagne, où une perspective de coalition gouvernementale a été acquise lors d'un accord sur la politique migratoire (CDU chrétiens démocrates de Angela Merkel avec les Bavarois conservateurs) et la même situation a régné durant la campagne électorale en Autriche !

En parallèle, très récemment le 14 octobre 2017 après une mise en cause générale de l'espace Schengen, la Commission arrive avec une nouvelle proposition concernant l'Espace Schengen : afin de réitérer l'importance de la libre

circulation des biens, des services et des personnes qui doit aller de pair avec la sécurité des citoyens et le respect du Droit d'Asile dans l'Europe des 27.

Il est vrai que l'Europe a toujours fait preuve de générosité et d'une véritable solidarité à l'égard des personnes ayant besoin d'une protection et il faut continuer ainsi : on est challengé pour se mettre tous d'accord afin d'accueillir le plus dignement possible, sans discrimination, les populations de réfugiés des guerres, du terrorisme et des barbaries totalitaires, respectant ainsi le droit d'asile.

Conclusion - Propositions

Et pour revenir au départ de notre réflexion, les vagues «gravitationnelles»...

Ces ondes sont autant **de signaux porteurs** de caractéristiques de la source qui les a engendrées. Elles permettent aussi de «voir» des phénomènes jusqu'ici totalement invisibles car n'émettant pas de rayonnement électromagnétique, comme des collisions ou fusions de trous noirs. Plusieurs observatoires à ondes gravitationnelles permettront par triangulation de localiser précisément **le lieu d'émission de ces ondes**.

C'est juste cela qu'il faut ... être à l'écoute « des gravitations » de nos sociétés, identifier les signaux et les sources qui les engendent, utiliser toute méthode pour préciser où il faut intervenir avec notre humanisme engagé.

Le désintérêt que les citoyens des différents Etats membres portent à la construction européenne ne peut pas nous échapper. Ce ressenti ne peut être surpassé que s'ils ont le sentiment de participer à la construction d'une œuvre commune, réelle, pragmatique, tangible.

Pour une nécessaire réforme et une vraie et durable sortie de la crise, pour aller vers plus de démocratie, plus de solidarité sociale et un meilleur partage des biens et des richesses, il n'apparaît comme solution qu'un changement profond de paradigme ; **un nouveau modèle de société doit être établi**.

Comment évaluer « le confort » de vivre harmonieusement en société, et comment mesurer la sécurité des citoyens ? Comment équitablement mesurer le sourire aux lèvres des enfants, le soulagement des démunis et des gens défavorisés qui ont besoin de notre présence ?

Faudrait-il inventer, ou réinventer, des indicateurs pour mesurer le bonheur, l'égalité sociale, la fraternité humaine et la liberté ? Faudrait-il œuvrer de la sorte pour que chacun citoyen prenne du plaisir dans sa vie de tous les jours ? Faudrait-il travailler pour l'avènement d'une ère où **la qualité « balayera » la fausse valeur de la quantité** ?

Le message humanitaire et humaniste doit être enfin écouté !

Pour cela, une politique sociale tendant à rapprocher les peuples, et ne plus les mettre **en concurrence**, doit être mise en œuvre. Le mot concurrence doit être remplacer **par coopération, solidarité, afin d'utiliser les meilleures compétences de chacun en faveur du bonheur commun**. Ce projet commun doit être conduit dans **la transparence et la responsabilité**, ce qui implique notamment que le rôle et les pouvoirs de toutes les instances nationales et transnationales soient redéfinis.

- Il faut créer **une fédération** incontournable à tout niveau,
- respecter les accords sur le changement climatique, promouvoir les énergies renouvelables et préserver le futur de notre environnement, gravement attaqué en ce moment, et on ne peut que se réjouir des résultats du Conseil de l'Union européenne, le 13 octobre, sur le respect de diminuer 40% les émissions de gaz d'ici 2030,
- promouvoir la souveraineté et la citoyenneté européenne garantie d'une démocratie participative,
- faire du travail une activité économique et sociale humaniste, contribuant au bonheur, mettant tous les européens au même pied d'égalité par une politique commune
- moraliser le rapport capital/travail et taxer partout toutes les transactions financières,
- garantir les Droits fondamentaux et la protection et l'accès à la justice pour tous,
- établir des relations économiques, en partenariat avec d'autres régions (USA, Canada, Inde, Nouvelle Zélande, Australie) dans une totale transparence.

L'Europe des 27, à l'horizon 2025, c'est aussi la nécessité d'opérer très rapidement une réforme institutionnelle qui doit **renforcer la démocratie, re-**

voir les traités et garantir le non cumul des mandats. Ce dont les européens ont plus que jamais besoin c'est d'une Europe conforme aux aspirations des peuples, non pas d'une Europe des élites, d'une Europe néolibérale et austère qui favorise la pauvreté, les inégalités et l'exclusion sociale.

Chaque citoyenne, et chaque citoyen, a un rôle à jouer dans la société où tous les acteurs doivent coopérer pour assurer le bien-être commun. Nous vous proposons de relever le pari « d'humaniser la société », afin de préserver les libertés civiles, les acquis démocratiques de bien des combats d'hier. La méthode choisie consiste à partir des contradictions de la mondialisation pour dégager un triple objectif : résister à **la déshumanisation de nos sociétés**, responsabiliser les titulaires du pouvoir et les citoyens et anticiper sur les risques à venir.

Notre civilisation se caractérise par une quête insatiable de modernité technique, par l'utilisation des technologies perpétuellement renouvelées. Le nouvel humanisme que nous proposons, érigera, les valeurs éthiques en clé de voûte des objectifs sociaux.

La projection à 2025, quant à l'interrogation sur l'avenir de l'Europe, nous oblige également à réfléchir activement aux conséquences des évolutions comme la bioéthique, le cyber-attaque, le transhumanisme et ses limites et la façon de rendre plus transparentes les techniques liées au big data ; c'est peut-être le moment, à côté de la Charte des Droits fondamentaux de l'Homme, comme on a su mettre la Charte fondamentale du Génome humain, de transcrire la Charte fondamentale des droits liés à la numérique et aux nouvelles technologies post-modernes.

Le nouvel humanisme que nous soutenons doit trouver le moyen de construire une civilisation du dialogue : un dialogue permanent, constructif, prenant le recul nécessaire qui permet la réflexion et englobant la totalité de l'humanité.

Et pour conclure nous citerons José de Sousa Saramago, écrivain et poète portugais engagé, qui concernant le système dit néolibéral, a écrit : «*l'alternative au néolibéralisme s'appelle Conscience* » ; nous complétons son propos par «**Conscience Citoyenne** » ...car notre Europe est bien « ancienne », et elle est formée de peuples très différents, avec des identités disparates mais rien n'empêche qu'une **Union politique**, et j'insiste sur le mot politique, **soit possible, soit prospère et bien basée sur une citoyenneté commune**.

Notre humanisme engagé pourrait en être le liquide amniotique, le garant de l'identité européenne car, en vérité, il a toujours été la base de l'Europe « gagnante » contre l'obscurantisme, tout au long des siècles d'histoire commune de nos nations.

Merci pour votre fidélité !



ARTICLES

ARTICULOS



HOMENAJE A LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA EN SUS 800 AÑOS DE EXISTENCIA (1218-2018)*

Dr. Ángel Aguirre Baztán

Real Academia Europea de Doctores

1. A modo de introducción.

1.1. Ayer y Mañana.

En los carteles que anuncian la conmemoración de los 800 años de existencia de la Universidad de Salamanca, se invita a participar en su celebración con dos frases significativas: *Decíamos ayer/ Diremos mañana*, que expresan, tanto el orgullo por su historia, como la decidida voluntad de conquistar el futuro.

La primera frase, *Decíamos ayer*, nos recuerda a Fray Luis de León como símbolo de los tiempos gloriosos de la universidad salmantina, que abarcan desde su fundación (1218) hasta su declive (en el s. XIX); la segunda frase, *Diremos mañana*, alude a su restauración (segunda mitad del siglo XX) y a su creciente vitalidad actual. Esta segunda frase, bien podría ponerse en boca de Miguel de Unamuno, símbolo histórico de esta nueva fase que ha consagrado a la universidad salmantina como campus de excelencia internacional.

* Este texto de homenaje a la Universidad de Salamanca en sus 800 años de existencia, no es fruto de una investigación específica, sino que tiene como objetivo realizar un bosquejo histórico que trate de dar una visión panorámica introductoria de su historia y de sus siglos de esplendor, así como de sus tiempos de decadencia. Para lo cual, he dialogado con los textos que incluyo en la bibliografía final. Y todo ello para felicitar y amar a la Universidad de Salamanca en su dilatado cumpleaños.

“No hay duda, que a distancia de los siglos y pese a las diferencias y contrastes que, evidentemente, acusan estas dos grandes figuras de fama universal, se hermanan en la gloria de ser los máximos representantes de la Escuela salmantina”. Ni Luis de León ni Miguel de Unamuno fueron salmantinos de nacimiento, pero desde que llegaron a la ciudad dorada, a la “renaciente maravilla”, de tal modo se vinculan a su espíritu y a su historia, que es imposible todo encarecimiento sin que se asocie la ciudad a estos dos grandes maestros. Los dos coinciden en la independencia de juicio, en la búsqueda apasionada de la verdad y de la justicia y en el temperamento vehemente que les lleva a reñir primero consigo mismos las “crueltes peleas”, en expresión del propio fray Luis y luego con los demás. Y ascender por la meditación, por el arte y, sobre todo, por el vuelo poético, a la región serena en que cosechan sus mejores frutos. (Elizalde, 1996: 615).

La Universidad de Salamanca es la más antigua de las universidades españolas existentes y, en cierto modo, su símbolo universitario por excelencia. La Universidad de Salamanca, fundada como Estudio General, en 1218, formó con las universidades de Bolonia (1088), Oxford (1096) y Paris (1200), el núcleo inicial de las universidades tardo-medievales que alumbraron Europa y, más tarde, Iberoamérica. De su influencia, podemos constatar que la universidad salmantina fue un modelo a imitar por las universidades españolas e iberoamericanas pues, a los pocos años del descubrimiento de América por los españoles (1492), ya se fundaron las universidades pioneras de Santo Domingo (1538), de México (1551), de San Marcos de Lima (1551), a las que podemos añadir la de Santo Tomás de Manila (1611).

Hoy, la Universidad de Salamanca sigue dando alma y calor a la ciudad monumental que la acoge, tanto a través de la docencia y la investigación científica, como a través de la alegría bulliciosa de su creciente alumnado, tanto nacional como internacional.

1.2. Escuelas catedralicias.

El origen de la Universidad de Salamanca, como el de las grandes universidades europeas medievales, fueron las escuelas catedralicias. Como es sabido, el Papa, desde la “Santa Sede” (silla papal), predica “ex cátedra” (desde el asiento o sede, es decir, “sentando cátedra”) la doctrina evangélica. El Papa regenta la “Cátedra de S. Pedro” y cuando muere el Papa se habla de “sede vacante”.

Como derivación de la cátedra papal, los obispos implantaron su sede doctrinal en la “catedral”, donde, los canónigos (“canónicos”) asesoraban, jurídica y teológicamente al obispo, impartiendo, además, docencia en las aulas adosadas al claustro catedralicio (“claustro de profesores”) con el objetivo de formar al clero. El “canónigo doctoral” impartía las lecciones sobre el derecho canónico de la iglesia y el “canónigo magistral” enseñaba la teología cristiana. Es de notar que las Universidades meridionales de Bolonia y Salamanca centraron su docencia en el derecho, mientras que las de Oxford y París lo hicieron en teología. Para Bolonia y para *Las siete Partidas* de Alfonso X el Sabio, sólo eran “doctores” los juristas, mientras que los teólogos eran titulados como “maestros”, aunque más tarde, también se consideraron doctores a los teólogos. Hay que notar que, a menudo, en algunos Estudios Generales, el título de “maestro” o el de “doctor”, necesarios para impartir docencia en las escuelas catedralicias y en los posteriores “Estudios Generales”, se consideraron indistintos.

El título de Doctor aparece como referido a los docentes, por primera vez en castellano, en el *Libro de Alexandre* (s. XIII). En 1480, los Reyes Católicos promulgaron en Toledo una ley que ordenaba la obtención de los grados académicos de Bachiller, Licenciado, Magister y Doctor. Estos grados fueron reconocidos por las bulas papales de Inocencio VIII (16 de enero de 1486) y de Alejandro VI (26 de julio de 1493).

Como veremos más adelante, el de Bachiller era el grado básico cuya docencia se hacía en las llamadas Escuelas Menores; el título de Licenciado comportaba una licencia para ejercer la práctica de una profesión; Magister era ya un título que facultaba impartir la docencia superior; mientras que el título de Doctor, cuando no era indistinto al de Maestro, venía a ser un título al que se accedía como escalafón superior del magisterio.

El título de *doctor* (del latín *docere*, enseñar) se aplicó, en primer lugar, a los santos y sabios que iluminaron con su doctrina a la Iglesia, como S. Agustín, Santa Teresa de Ávila, etc. En segundo lugar, el doctor (docente) por excelencia, como hemos apuntado, era el Papa, a través de su docencia *ex catedra*, y en tercer lugar, vendrían los obispos, los canónigos y demás docentes, tanto laicos como clérigos.

El título de *Maestro* aparece en las traducciones del Antiguo y Nuevo Testamento, donde el término hebreo *Rabbi* (rabino, docente de la Torá), equivale al de maestro. Aunque en el Imperio Romano se alude ya a la autoridad sapiencial del Magister, tal como queda reflejada en el dicho popular aseverativo

“*magister dixil*”, (lo dijo el maestro), que recuerda a la resolución sometida a la “*auctoritas*” del Papa: *Roma locuta, causa finita*.

1.3. Estudio General.

Habitualmente, el paso de “Escuela catedralicia” a “Estudio General” era posible por la protección y tutela organizacional y económica del Rey o de algún mecenas, los cuales mantenían la viabilidad del proyecto. Posteriormente, era el Papa, el que, mediante una Bula, reconocía la fundación del Estudio General y a sus Doctores, a los que otorgaba la potestad del *jus ubique docendi* (derecho a enseñar en toda la cristiandad).

En la *Partida* segunda (tit.31, ley primera), titulada, “*Qué cosa es estudio y cuántas maneras son dél e por cuyo mandamiento debe ser hecho*”, se dice a continuación:

“Estudio es ayuntamiento de maestro e de escolares que es hecho en algún lugar con voluntad de entendimiento de aprender los saberes. E son de dos maneras dél, la una es a que dicen “Estudio General”, en que hay maestros de artes así como de gramática e de lógica e de retórica e de aritmética e de geometría e de astrología, e otrosí en que hay maestros de decretos e señores de leyes. E este Estudio debe ser establecido por mandado del Papa o del Emperador o del Rey. La segunda menra es a que dicen Estudio particular, que quiere decir como cuando algún maestro en alguna villa apartadamente a pocos escolares. E a tal como este pueden mandar hacer perlado e concejo de algún lugar”.

La ley tercera del mismo título completa esta noción de Estudio general: “Para ser Estudio general cumplido cuantas son las esciencias tantos deben ser los maestros que las muestren, así que cada una de ellas haya un maestro a lo menos. Pero si para todas las esciencias no pudiesen haber maestros, abonda que haya de gramática e de lógica e de retórica e de leyes e de decretos”.

Hacia finales del siglo XIV y principios del siglo XV, el término Universidad sustituye al término de Estudio General, Por lo que, a partir de estas fechas, denominaremos al Estudio salmantino, “Universidad de Salamanca”

Anteriormente, el término *universitas*, aparece ya en el *Digesto* de Justiniano (circa 533 p. C.) con el significado de “agrupación colectiva”. En España, tenemos una primera constancia del término y el concepto en los privilegios reales de Castilla, significando “colectividad gremial”, por lo que en un Es-

tudio General podía haber diversas universidades de escolares o de maestros. Lo mismo sucedía en otros Estudios Generales. Así, por ejemplo, el Estudio General de Bolonia integraba diversos grupos gremiales de estudiantes o de maestros, denominados “universidades”. Como ejemplo, constatamos que el Estudio General de Bolonia era regido por la “universitas scholarum”, mientras que el de París, era regentado por la “universitas magistrorum”.

Otros términos equivalentes a la *universitas studiorum*, fueron los de *colegium* (reunión de matriculados o colegiados), *alma mater* (generadora del saber), *escuela* (con su saber escolástico), entre otras acepciones similares.

San Fernando (1243) habla de las “escuelas de Salamanca” y Alfonso X el Sabio (1218) habla de los “escolares del mío Estudio de Salamanca”, para referirse a maestros y estudiantes, conjuntamente.

Así, pues, el Estudio General era la institución que aglutinaba a maestros y alumnos, donde se impartían las “diversas enseñanzas” a los discentes. En principio, el Estudio General estaba abierto, previa matriculación, a todos los maestros y escolares que deseaban alcanzar algún saber, aunque en los comienzos no se aceptaran a las mujeres como discentes, por prejuicios sobre su capacidad intelectual.

2. La fundación de la Universidad de Salamanca.

2.1. El Estudio General de Palencia.

Hasta la reconquista de Toledo por Alfonso VI (1085), Palencia fue elevada, al menos *de facto*, a sede metropolitana, tanto por su posición céntrica dentro de los territorios reconquistados, como por la tarea de formación del clero.

Por un lado, pues, los reyes leoneses consideraron las sedes metropolitanas como centros de organización del territorio y de las gentes de sus reinos; por otro lado, sus obispos, durante los siglos XI y XII, fueron clérigos letRADos en cánones y teología, que trataron de elevar el bajo nivel de formación del clero, para lo cual incorporaron a su escuela catedralicia, maestros provenientes de otras diócesis.

Ciñéndonos, de momento, al objetivo de la “formación del clero”, vemos cómo varios “viros honestos et litteratos necnon et juvenes dóciles”, veni-

dos de Aquitania, fueron nombrados obispos de importantes sedes episcopales. Fruto de esta dedicación fue su floreciente escuela catedralicia, que devino en Estudio General.

“De hecho, la escuela propiamente metropolitana de esta provincia eclesiástica vendrá a ser, mejor dicho, ya lo era, la de Palencia, donde en el siglo XII tiene lugar la mayor parte de los concilios. Su posición céntrica, segura y bien comunicada, eran circunstancias que debieron influir decisivamente en ello. Por eso Palencia, hasta la conquista de Toledo (1085), hacía las veces de sede metropolitana y uno de sus prelados, don Raimundo, precisamente en el año anterior a aquel fausto acontecimiento, se titulaba *arzobispo*”. (Beltrán Heredia, 1999:16).

Entre 1208 en que don Tello es nombrado obispo de Palencia y 1214 en que muere Alfonso VIII, se creó el Estudio General de Palencia: “Eo tempore, rex Adefonsus evocavit magistros theologicos et aliarum artium liberalium, et Palentiae scholas constituit, procurante reverendissimi et nobilísimo viro Tellione, ejusdem civitatis episcopo”. El arzobispo navarro Jiménez de Rada amplía la noticia de la creación del Estudio General: “Sapientes a Galliis et Italia convocabavit, ut sapientiae disciplina a regno suo nunquam adesset, et magistros omnium facultatum Palentiae congregavit, quibus et magna stipendia est largitus, ut omni studium cupienti quasi manna aliquando in os influerent sapientia cuiuslibet facultatis. El licet hoc fuit studium interruptum, tamen, per Dei gratiam, adhuc durat” (*De rebus Hispaniae*, lib 7, cap 34, T. II). (Cfr. Beltrán Heredia 1999:19).

Al parecer, estos docentes venidos del extranjero, sólo eran los tres o cuatro, que impartían la enseñanza de teología, derecho canónico, lógica y humanidades.

Alfonso VIII y el obispo don Tello fueron figuras capitales del Estudio de Palencia. Por ello, a la muerte de Alfonso VIII y al no disponer de recursos económicos a causa de la usurpación de las *tercias de fábrica* por el regente del príncipe don Henrique, conde Álvaro Núñez de Lara y de la posterior muerte del heredero en 1217, el Estudio General de Palencia entró en profunda crisis (1214-1220), dejando, en la práctica, de funcionar.

A instancias de don Tello, el rey San Fernando restauró el funcionamiento del Estudio General palentino. Pero, ya nada fue igual y lentamente se fue desvaneciendo el proyecto. Mientras eso sucedía, Salamanca emergió en 1218 como Estudio General de la mano de Alfonso IX, como veremos más adelante.

El Estudio General de Salamanca no fue un “traslado” del de Palencia, ya que ambos Estudios coexistieron durante los años posteriores y, porque, Alfonso IX no tenía jurisdicción real sobre Palencia, por pertenecer ésta al reino de León. Por otra parte, el Estudio de Palencia era predominantemente teológico, mientras que el de Salamanca siguió los pasos de Bolonia y tuvo una orientación básicamente jurídica.

2.2. La influencia de Santiago de Compostela.

Las peregrinaciones (*per agros*) europeas a Santiago de Compostela, ayudaron a repoblar el valle del Duero, fomentando un ambiente cosmopolita en el “camino”, jalonándolo de iglesias y monasterios románicos.

Ya no estamos en los primeros siglos de la Reconquista, en los que la caballería musulmana replegaba a los habitantes del Duero hacia las estribaciones montañosas del norte como única defensa posible. A partir de la batalla de las Navas de Tolosa (1212) podemos hablar de un antes y un después en la Reconquista. La seguridad de los habitantes y peregrinos queda protegida por los “castillos” (de Castilla) que suplen a las montañas en la defensa de las dos Mesetas.

El flujo de las peregrinaciones trae consigo a canteros y demás orfebres de la piedra, pero, también a clérigos de Cluny, de París y de Bolonia, los cuales contribuyeron a constituir a Santiago de Compostela como la escuela catedralicia más importante de España, por su nivel cultural y por la formación de sus clérigos.

Creemos que Santiago de Compostela hubiera transformado su célebre escuela catedralicia en Estudio General, si durante el siglo XI y parte del siglo XII, el territorio reconquistado no hubiera estado tan inseguro y replegado hacia el norte de la península. Los reyes castellanos optaron por establecer los nuevos Estudios Generales ya en el valle del Duero, lo que significa, entre otras cosas, que la elección de Salamanca como Estudio General lo fue por su “centralidad geográfica” respecto a Santiago, Coimbra, Palencia, Valladolid, etc., al que se asoció un segundo objetivo no menos importante: la formación jurídica de los funcionarios del reino y de las diócesis, así como la formación teológica del clero. En ambos objetivos, la apuesta de la escuela catedralicia de Santiago por Salamanca fue decisiva. “Un estudio sobre el intercambio compostelano-salmantino y, más concretamente sobre la influencia de Galicia en Salamanca, durante el siglo XII, daría sorprendentes resultados” (Beltrán Heredia, 1999:26).

El alto nivel docente alcanzado con el apoyo compostelano, la “centralidad geográfica” de Salamanca en el territorio reconquistado, su riqueza agropecuaria de la que dependían los diezmos y las tercias, llevaron a Alfonso IX a proponerla como Estudio General. Su nieto, Alfonso X el Sabio pensó en ella al redactar *Las siete Partidas*, cuando dice: “De buen aire e de fermosas salidas deben ser las villas do quieren establecer el Estudio, porque los maestros que muestran los saberes e los escolares que los aprenden, vivan sanos en él e puedan folgar e recibir placer en la tarde cuando se levanten cansados del estudio” (*Partida2*). En estos mismos términos se expresó Alfonso X el Sabio al solicitar del Papa Alejandro IV la confirmación del Estudio General: “*Apud Salmanticam civitatem uberrimam et locum in regno Legionensi salubritate aeris et quibuslibet opportunitatibus paelectum.*” (Bula *Inter ea* 6-IV-1255).

Como apuntó Jiménez de Rada, “la ciudad de Salamanca vencie a las otras cibdades de regno de León de muchos moradores e de grandes en anchos términos”.

2.3. La escuela catedralicia de Salamanca.

Parece ser que la escuela catedralicia de Salamanca contaba ya más de un siglo de existencia respecto a la fundación del Estudio General y siguió con su autonomía respecto al Estudio. Esta antigüedad está corroborada por la adscripción al Cabildo de ilustres maestros. Es posible que, siguiendo el ejemplo del Cabildo Compostelano, enviase algunos de sus clérigos a estudiar a otros Estudios Generales del extranjero.

Podemos decir, que la escuela catedralicia de Salamanca, formada con personal propio y advenido, tenía en el siglo XIII una existencia floreciente, bien relacionada con la de Compostela. Ambos, escuela catedralicia y Estudio General fueron autónomos, pero colaboraron estrechamente, tanto con maestros como con espacios docentes.

El incipiente Estudio General de Salamanca, desde su fundación hasta el impulso otorgado por Alfonso X el Sabio, fue como una pequeña criatura nacida del entusiasmo, pero en su crecimiento, además de los favores reales y de los reconocimientos papales, tuvo ante sí dos experiencias clarificadoras; la de la Escuela Compostelana, bien organizada y la del Estudio Palentino que se diluyó al faltarle los apoyos económicos.

3. La fundación del Estudio General de Salamanca.

3.1. Entre Alfonso IX y Alejandro IV.

La fundación del Estudio General de Salamanca tuvo lugar a finales del 1218 por el rey Alfonso IX. Como narra Lucas de Tuy, “tanto en la elección del lugar como en el momento histórico de la fundación, el belicoso Alfonso IX de León se dejó guiar, *salutari consilio*, por eminentes personalidades.” Si al monarca corresponde el mérito de la decisión, a sus consejeros pertenece el acierto de sugerirle la idea de esta empresa (Cfr. Beltrán Heredia, 1999: 32).

A la muerte de Alfonso IX de León, le sucedió su hijo, el rey de Castilla Fernando III el Santo (al que su padre había desheredado), unificando para siempre los reinos de León y de Castilla.

Por su parte, la Santa Sede, por mandato de Alejandro IV, expide la Bula *Inter ea* (6 de abril de 1255). Hay que anotar que falta importante información documental para todo el siglo XIII y que sólo conservamos ocho Bulas papales que se refieren al Estudio General salmantino, siete de Alejandro IV y una de Bonifacio VIII, todas ellas de 1255. (Cfr. (Beltrán Heredia, *Bulario de la Universidad de Salamanca (1219-1549)*.

La organización del Estudio General siguió las pautas dictadas en las diversas constituciones pontificias, de las que reseñamos las del papa Benedicto XIII (en 1381 y 1411) y las del papa Martín V (en 1422), vigentes hasta el siglo XIX.

3.2. Alfonso X el Sabio.

En *Las siete Partidas*, de Alfonso X el Sabio, hay importantes referencias al gobierno de los Estudios Generales. No obstante, son dos los documentos que merecen especial atención: el decreto real de la Fundación del Estudio General salmantino por Alfonso IX, en 1218, y la “Carta Magna” otorgada por Alfonso X el Sabio (1255) a petición de “los escolares del Estudio de la Universidad de Salamanca” y redactada por el rey sabio como privilegio real. Esta Carta Magna está compuesta de tres partes: preámbulo, acuerdos y dotación de cátedras. Los escolares (maestros y alumnos) razonan la petición como fruto de la experiencia de 37 años (1218-1255) de funcionamiento del Estudio General. Por su parte, Alfonso X las acepta: “con grand sabor que he aquel Estudio sea más avanzado e más aprovechado, caté aquellas cosas que ellos me pidieron, e hobe

mi consejo e mi acuerdo con los obispos e con arcedianos e con otros clérigos buenos que conmigo eran”.

En la segunda parte, relativa a los “acuerdos”, afronta el tema del alojamiento de los estudiantes, sobre todo el de los más pobres, además de otros acuerdos, sobre el “sello propio”, sobre los alimentos llevados a Salamanca, sobre el deber de los alcaldes de Salamanca de guardar los privilegios del Estudio, sobre las peleas de estudiantes y sobre que los legos de la ciudad no hagan daño a los escolares.

Es decir, el rey aborda los puntos más candentes de cara a una convivencia entre la Ciudad y el Estudio salmantinos, dejando traslucir en estos acuerdos, su talante jurídico y práctico.

Pero, es el tercer apartado, en el que se aborda la dotación de las cátedras, y el que afecta más directamente a la pervivencia del Estudio, por cuanto que garantiza económicamente la continuidad de la función docente en el Estudio General.

Los comienzos del Estudio General fueron muy modestos y la docencia era referida, casi exclusivamente, a las Leyes, por lo que sin este espaldarazo del rey Alfonso X el Sabio, el Estudio salmantino hubiera sucumbido, tal como aconteció con el Estudio palentino. Por eso, el papa Alejandro IV, en la Bula *Inter ea* (6 de abril de 1255), en la que reconoce el Estudio General de Salamanca, no duda en presentar a Alfonso X como fundador del mismo, lo cual, si bien cronológicamente no es verdad, fácticamente podría considerarse su “veracidad”, ya que fue Alfonso X el Sabio el que le dio un impulso vigoroso a la pervivencia del Estudio salmantino.

La dotación económica que ofreció el monarca se extraía de la división de los “diezmos” que cobraba la Iglesia de las rentas agrícolas. A su vez, estos diezmos se repartían, en dos, tres o cuatro partes, según costumbre de cada lugar. En España, prevaleció el reparto de las “tercias de fábrica” (una para el obispo, otra para los clérigos y otra para la labor de la Iglesia. El obispo y el monarca establecieron que los profesores del Estudio cobraran de una de esas tercias reales del diezmo eclesiástico de la diócesis de Salamanca. Hay que anotar que, no siempre las cosechas eran buenas, con lo que el montante de los diezmos podía fluctuar en tiempos de sequías, incendios de cosechas, inundaciones, plagas, etc.

La relación de las cátedras que propone Alfonso X el Sabio nos da una idea de la relativa madurez del Estudio salmantino a finales del siglo XIII y primera mitad del siglo XIV, como queda patente en este texto: “De los maestros. Mando e tengo por bien que hayan un maestro en leyes e yo que le dé quinientos maravedís de salario por el año e él que haya un bachiller canónigo. Otrosí mando que hayan un maestro en decretos e yo que le dé trescientos maravedís cada año. Otrosí mando que hayan dos maestros en decretales e yo les dé quinientos maravedís cada año. Otrosí tengo por bien que haya dos maestros de lógica e yo que les dé doscientos maravedís cada año. Otrosí mando que hayan dos maestros de gramática e yo les dé doscientos maravedís cada año, Otrosí mando e tengo por bien que hayan dos maestros en física [medicina] e yo que les dé doscientos maravedís cada año. Otrosí mando e tengo por bien que haya un estacionario [bibliotecario] e yo que le dé cien maravedís cada año él que tenga todos los exemplarios buenos e correctos. Otrosí mando e tengo por bien que hayan un apotecario e y que le dé cincuenta maravedís cada año. Otrosí tengo por bien que el deán de Salamanca e Arnal de Salce que yo fago conservadores del Estudio, hayan cada año doscientos maravedis por su trabajo. E pongo otros doscientos maravedís que tenga el deán sobredicho para facer despensar en las cosas que fecieren menester al Estudio”.

Estos sueldos permitían una vida holgada, entre otras cosas porque, al ser muchos profesores miembros del cabildo o de otras instituciones, recibían sueldos complementarios.

Frente a las cuatro cátedras que tuvo el Estudio de Palencia, (Cánones, Teología, Lógica y Gramática), el Estudio salmantino obtuvo nueve de Alfonso X, con especial atención a las de Leyes, que fueron las troncales de la *ratio studiorum* y las mejor dotadas económicamente. Podemos constatar, hacia 1305, ocho cátedras dotadas de leyes (dos de civil, dos de decreto y cuatro decretales), donde se explicaba derecho civil romano-justiniano (*Corpus iuris civilis*) y derecho pontificio o eclesiástico (*Corpus iuris canonici*).

La preponderancia jurídica de la docencia salmantina se debe, en primer lugar al alineamiento del Estudio salmantino con la escuela catedralicia de Compostela y con el Estudio General de Bolonia; en segundo lugar, por las preferencias del rey Sabio, de cara a dotar a la España reconquistada de ordenamiento jurídico y expertos funcionarios, como es patente en *Las siete Partidas*: “La esciencia de las leyes es como fuente de justicia e aprovéchase ella del mundo más que otra esciencia”. Es por ello que la mayoría de los estudiantes se matriculaban en leyes, porque este título les abría las puertas a la adquisición

de un trabajo. Más adelante, con el descubrimiento de América, se multiplicó la demanda de expertos en leyes, debido a la necesidad de organizar los pueblos conquistados. Esto comportó una hegemonía de canonistas y juristas durante los tres primeros siglos del Estudio salmantino, en detrimento de los estudios teológicos, que no aparecen hasta el siglo XIV.

La relegación de los estudios teológicos en beneficio de los estudios jurídicos, creó algunos problemas. Así, Honorio III, en su bula *Super specula* (1225), para fomentar los estudios teológicos, prohibió a los clérigos estudiar leyes y medicina y esto creó un grave problema ya que, tanto los doctores y maestros como los alumnos eran, en su mayoría clérigos y estos estudios jurídicos y canónicos también eran necesarios para el mejor gobierno de la iglesia.

Al recurrir el rey esta norma ante el Papa Alejandro IV, se concede una prórroga de tres años (bula *Quoniam ab antiquo*, de 20 de octubre de 1255) en el desempeño de estas ciencias, quedando la prohibición sólo para los Regulares. No obstante, la prórroga trienal parece que se prolongó tácita e indefinidamente. Contrastaba esta especialidad en ambos derechos, en Bolonia y Salamanca, con la prohibición de impartir docencia en Leyes en el Estudio parisense, adalid de los estudios teológicos. Por otra parte, como hemos apuntado, sólo entre 1381 y 1386 se comenzó a impartir docencia teológica en el Estudio de Salamanca.

Podemos concluir que, esta primera etapa tardo-medieval del Estudio General de Salamanca, entregado a los estudios jurídicos, tanto civiles como eclesiásticos, ofreció, tanto a la iglesia como al reino estructuras sólidas de gobierno.

4. Los siglos de oro de la Universidad de Salamanca

Si en los siglos XII, XIII y XIV se construyó una España tardo-medieval, caracterizada, entre otras cosas, por el avance en la Reconquista, por la repoblación de los valles del Duero y del Tajo y por la creación de las universidades; en el siglo XV, se abre la puerta a un Renacimiento hispanizado o plateresco, tutelado por la monarquía hispánica que representan los Reyes Católicos (unificación de los reinos españoles, descubrimiento de América, casticismo, la *gramática española* de Nebrija, etc.) y por el Cardenal Cisneros como regente del reino y fundador y mecenas de la Universidad (renacentista) de Alcalá.

El Renacimiento es concebido como una vuelta a la Edad Clásica (Grecia y Roma), después de una supuesta “noche de los tiempos”. Esta Edad Media, tachada de paréntesis vacío, situada “en medio y sin nombre propio”, entre la Edad Clásica y el Renacimiento, supone la vuelta a los clásicos para “renacer” con ellos, en un intento de “re-anudar” la historia, uniendo su continuidad.

El movimiento renacentista, que nace en las orillas mediterráneas de Italia y de España (anótese que, Valencia, Zaragoza y Barcelona tendrán la imprenta antes de que se instale en Salamanca, en el 1472), genera figuras universitarias como la del gramático Antonio de Nebrija (1441-1522) , en la Universidad de Alcalá o la del jurista y teólogo, además de forjador de la lengua castellana, Fr. Luis de León (1528-1591), en la Universidad de Salamanca.

La corriente humanista que surge en el seno del Renacimiento, se tiñe en España de espiritualidad, como sucede con la *philosophia Christi*, de Cisneros, Erasmo y Vives o en la obra de Fray Luis de León.

El movimiento renacentista supuso para la Universidad de Salamanca, un periodo de esplendor que discurrió a través de los siglos XV, XVI y XVII, al que justamente, se los ha denominado como los “siglos de oro” de la Universidad de Salamanca.

En el paso del siglo XV al siglo XVI, la Universidad de Salamanca se convierte en referente nacional como la universidad más prestigiosa, por la multiplicidad de sus saberes impartidos, por el número de sus estudiantes matriculados y por la calidad y preparación de su profesorado. Entre las facultades más importantes, señalaremos a las de Leyes y Teología (a las cuales iba a parar el 65% del presupuesto de la Universidad), debido a que la conquista de Granada unificó el territorio español lo que permitió la construcción de un estado centralizado que necesitaba funcionarios juristas. También, el reciente descubrimiento y conquista de América, necesitó la burocracia legalista. Los Teólogos, por su parte, renovaron la teología, participando muy activamente en el Concilio de Trento. Además junto con los juristas, sentaron las bases del “derecho de gentes”, del “derecho internacional” y las demás cuestiones relativas al gobierno de Indias.

4.1. La figura de Fray Luis de León.

Fray Luis de León representa el esplendor de la universidad salmantina, siendo una figura capital del renacentismo humanista de Salamanca, a lo largo

del siglo XVI (Cfr. Gómez García, 2003:495-544). Cronológicamente, podemos ubicar a Fray Luis (1528-1591), en el contexto de la monarquía de Felipe II y de la Contrarreforma beligerante e inquisitorial.

--Su carrera docente nos puede servir de guía para entender el entramado universitario en estos momentos de esplendor de la Universidad de Salamanca: en 1560 queda vacante la cátedra de Biblia y Fray Luis se apresta a ganarla cuando solamente era bachiller en Teología. Para ello, afronta con éxito las pruebas de Licenciatura y Magisterio. El 7 de mayo consigue la *licentia ubique docendi* y el 30 de junio el grado de Maestro en Teología optando a la cátedra de Biblia a sus 33 años. No la consigue por ser nuevo es estas lides, con lo cual se esfuma su ilusión de ser un nuevo S. Jerónimo cuya traducción de la Vulgata es para Fray Luis, manifiestamente mejorable. Al año siguiente, queda vacante la cátedra de Sto. Tomás a la que oposita y gana para cuatro años. A pesar de estar enfrascado en su cátedra, con incursiones en los estudios de Gramática, de la que era catedrático su amigo F. Sánchez (el Brocense), en 1565 gana la cátedra de Durando, siendo nombrado, excepcionalmente, vicerrector sustituto en ausencia del rector. Oposita y gana la cátedra perpetua de filosofía moral. Pero, al quedar en 1579 vacante la cátedra perpetua de Biblia, oposita y la gana, cerrando así el periplo de lo que comenzó como un acceso no resuelto a la cátedra de Biblia y terminó ganándola a perpetuidad.

Pero, mientras su fama crecía, su salud menguaba y el 23 de agosto de 1591, moría en Madrigal de las Altas Torres, recién elegido Prior Provincial por sus hermanos agustinos (Cfr. Fernández Álvarez, 1991).

Una de las facetas más importantes de Fray Luis de León es su perfil renacentista-humanista, hasta el punto que A.F.G. Bell, su notable biógrafo, dice de él: “Fray Luis es, precisamente, el humanista que mejor representa la España del Renacimiento (...) “Fray Luis representa, además, uno de los aspectos más atractivos de la España del Renacimiento: la tendencia a la moderación y al eclecticismo” (Bell, 1927:280), entendiendo el eclecticismo como completitud de las múltiples fuentes que emplea.

En Fray Luis de León, el humanismo renacentista es un movimiento que aspira a recuperar las “ciencias humanas y divinas”, como medios para comprender mejor al hombre. Su humanismo remodela los clásicos grecolatinos y los pone al servicio de los textos vetero y novo testamentarios, en el marco de

una apertura intelectual y moral, de cara a comprender al hombre. Podemos considerar, pues, a Fray Luis, como un pensador renacentista que se apoya en los clásicos y cuya tarea fundamental es la de traducirlos e interpretarlos desde la perspectiva cristiana, o mejor, “cristianizante (Cfr. Bibliografía final sobre Fray Luis de León).

Por otra parte, Fray Luis, en sus escritos y traducciones, eleva el castellano a la altura y riqueza léxica del latín, sobre todo en la obra cumbre de su prosa, como son “Los Nombres de Cristo”. Su vinculación con los clásicos (Platón, Aristóteles, Cicerón, Sto. Tomás, Vitoria, Soto, etc.) está presente en su curso (1570-1571) de corte político, “*De Legibus*”, donde somete a reflexión crítica los límites del poder político.

El procesamiento carcelario de la Inquisición que sufrió Fray Luis durante casi cinco años, que ha sido profusamente estudiado, por una parte, le abatió de pesadumbre, pero, por otra parte, su resistencia y lucha por la libertad científica y humana, le coronó como ejemplo de luchador contra la “envidia y la mentira”.

El 7 de diciembre de 1576 El tribunal Supremo de la Inquisición, presidido por el Cardenal Quiroga absuelve y libera a Fray Luis de León de las imputaciones de la Inquisición de Valladolid, urdidas por los dominicos León de Castro y Bartolomé de Medina.

La vuelta a su Universidad de Salamanca (30 de diciembre, domingo), fue clamorosa: “Vuelve a Salamanca donde, según copia Gallardo, entra triunfalmente “a las tres de la tarde, con atabales, trompetas y gran acompañamiento de Caballeros, Doctores, Maestros, etc.”. Noticia confirmada por el dominico Fray Domingo de Guzmán: “Venido Fray Luis a Salamanca, sus frailes, temerariamente, lo recibieron con trompetas y atabales Este recibimiento ofendió mucho a los inquisidores de Valladolid” En este mismo sentido, escribe Quijano: “No quedó persona, ni en la universidad, ni en la ciudad que no le saliese a recibir”. El agustino Crusenio añade que llegó vestido de una vestitura blanca, en señal de inocencia, con una palma y coronado de laurel, precedido de un pregonero, no faltando el mismo día o en días sucesivos los amigos que lo celebraron con poesías” (González Velasco, 1991:371). Luego vendría “la leyenda o realidad”, del *sicut dicebamus hesterna die*, que suponía un dejar atrás la injusticia y “reanudar” el camino personal y académico.

4.2. Los docentes y discentes en la Universidad de Salamanca de los “siglos de oro”.

El cuerpo discente de la Universidad de Salamanca en el siglo XIV era, como hemos apuntado al inicio, aproximadamente, de unos 500 o 600 alumnos.

El crecimiento durante el siglo XV fue importante, alcanzando los 3.000 alumnos. A finales del siglo XVI accedían a la Universidad salmantina, 6.938 alumnos, la mayoría de ellos, procedentes de la zona galaico-portuguesa, de las dos mesetas (sobre todo la norteña), de la zona castellano leonesa y de la diócesis toledana. Estas cuatro zonas, se ampliarían a ocho, en el siglo XV. Aunque vascos, navarros y riojanos siguieron estudiando en París y los del reino de Aragón se decantaron por Bolonia y las universidades del mediodía francés. “En el curso 1584-1585 había 6.938 alumnos, de los cuales 6.310 eran no colegiales o manteístas y 628 colegiales; de estos últimos 45 eran de colegios mayores, 111 de colegios menores y 54 de colegios militares. Del cómputo total, 2.968 estaban matriculados en Derecho canónico, 586 en Derecho civil, 943 en Teología, 206 en Medicina, 927 en Artes, 26 en Retórica, 4 en Griego y 1.267 en Gramática latina. (aparte, había 11 que no se sabe en qué estaban matriculados” (Alejo Montes, 207:22).

El profesorado era preferentemente de Castilla/ León y de Galicia/ Portugal, clérigos en su mayoría, tanto canónigos como regulares. Las clases se impartían en latín, como lengua de comunicación entre la cristiandad culta. Para el mejor conocimiento del latín, los jóvenes estudiantes frecuentaban los Estudios de Gramática, tanto en la universidad como en los centros privados, porque era preceptivo que antes de acceder a los estudios superiores se realizara una prueba de suficiencia de latín hablado y escrito. Alfonso X el Sabio dotó dos cátedras de Gramática en la Universidad de Salamanca, para aprender tanto el latín coloquial como el de los clásicos. En el siglo XVI, a causa de la vuelta renacentista a los clásicos, liderada por Fray Luis de León, se experimenta una importante reestructuración la docencia del latín en la Universidad de Salamanca, creándose seis cursos de gramática: dos cursos primarios, dos de medianos y dos de avanzados, con sus superintendentes (decanos), sus regentes (profesores) y sus decuriones (cada clase se subdividía en grupos de a diez alumnos, comandados por un decurión o responsable).

Se impartían cuatro clases diarias, de una hora cada una, dos por la mañana (a primera y última hora) y dos por la tarde (a primera y última hora de la tarde), utilizando los textos del insigne gramático Antonio de Nebrija.

---Al comienzo del curso, se matriculaban todos los miembros del gremio universitario (estudiantes, profesores y administrativos). La matriculación era personal e intransferible, acompañada de un juramento (obediencia al rector en sus mandatos “lícitos y honestos”), comportando a los matriculados, gozar del fuero legal académico.

El curso académico duraba desde el 18 de octubre (festividad de S. Lucas) hasta el 8 de septiembre (festividad del Dulce Nombre de María), al que seguían cuarenta días de vacaciones.

Para cursar en alguna de las cinco facultades y en sus respectivas cátedras (facultades mayores: Derecho canónico, Derecho civil, Teología y Medicina; y facultad menor: Artes/ Filosofía), además de estar matriculado y mostrar suficiencia en el latín hablado y escrito, había que jurar acatamiento a la ortodoxia tridentina. Para ganar curso había que asistir a las aulas, al menos seis meses y un día, pudiéndose recuperar las clases no cursadas en los cursos siguientes.

El día de S. Lucas (18 de octubre) comenzaba el curso con una misa solemne y una lección inaugural, seguidos de un desfile claustral de profesores y alumnos, parecidamente a como se hace actualmente.

4.3. Lugares de docencia.

Hasta el siglo XV, la Universidad de Salamanca no tuvo espacios propios para la enseñanza, los cuales, hasta esta fecha, eran suplidos por dependencias catedralicias, espacios conventuales y locales alquilados.

Incluso, tradicionalmente, los grados mayores se siguieron confiriendo en la catedral vieja, examinándose los licenciados, maestros y doctores en la capilla de Santa Bárbara, preparándose “en capilla” durante la noche anterior.

El primer edificio oficial de la universidad fue el Colegio Mayor de San Bartolomé, fundado por el obispo Diego de Anaya Maldonado, cuyo comienzo de construcción se remonta al 1401, cuya fundación se inspiró en el Colegio Español de Bolonia (1364). Después siguieron otros colegios mayores, como el de Oviedo, el de Cuenca y el de Santiago. Es de notar que de los seis colegios mayores de toda España, cuatro eran de Salamanca, uno de Alcalá y otro de Valladolid.

Benedicto XIII (el aragonés Pedro de Luna, posteriormente antipapa al negarse a dimitir), promovió la compra de solares propios sobre los que se cons-

truyeron las Escuelas Mayores (donde se impartieron los títulos de licenciado y maestro). Poco después, el rey Juan II, impulsó la construcción del hospital universitario (actual rectorado) y más tarde (1428) empezó a construir las Escuelas Menores (donde se impartía el título de Bachiller). Además, todo un círculo de Conventos, rodeaba al núcleo central de los edificios universitarios, donde moraban una parte importante de profesores y catedráticos que enseñaban derecho y teología, junto a los docentes de los cabildos catedralicios circundantes.

4.4. Los grados académicos.

Los estudiantes salmantinos podían acceder al grado de Bachiller (el más frecuente), al grado de licenciado y al grado de maestro o doctor.

Se accedía al grado de Bachiller, como hemos apuntado anteriormente, después de haber cursado tres años de latín y de haber demostrado suficiencia hablada y escrita en esta lengua, al final de los estudios de Gramática.

Para los bachilleres, los estudios de Derecho, tanto canónico como civil, duraban cinco años; los estudios de Teología duraban cuatro años, si bien era necesario ser previamente bachiller en Artes. El bachillerato en Medicina duraba tres años, más dos de prácticas; para el bachillerato en Artes se precisaban tres cursos.

El grado de licenciado podía cursarse en ambos Derechos, Teología, Medicina y Artes. Al final de estos estudios, el licenciado obtenía una doble licencia: para enseñar y para practicar. La licenciatura estaba vinculada a unas “pasantías” (en ambos derechos de cinco años de duración, en Teología de cuatro años y en Artes, tres años). El grado de “doctor” se otorgaba a los licenciados en ambos derechos y medicina que habían obtenidos tras un examen exitoso; por su parte, el grado de “maestro” se otorgaba a los que, también, tras un exitoso examen accedían al nivel máximo en las facultades de teología y de artes.

El Estudio general de Bolonia defendió, en un principio que el grado de doctor era propio de las facultades de derecho y el de maestro, de las facultades de teología y artes. Ante las reclamaciones de la Universidad de París, ambos títulos se presentaban como equivalentes y pronto hubo doctores en teología. En la actualidad, si bien el título de “maestro” faculta para impartir la enseñanza universitaria, para obtener el título de doctor es preciso presentar, defender y aprobar una “tesis” delante de un tribunal universitario de tres o cinco doctores.

Doctor o maestro eran los supremos grados. Para optar a ellos se necesitaba estar en posesión del título de licenciado y poder sufragar los altos costes de las fiestas que comportaba el alcanzar estos títulos.

5. Planes de estudios y métodos de enseñanza.

5.1. Planes de estudio.

La Universidad de Salamanca tuvo varios planes de estudio (*ratio studiorum*), Por razones de brevedad, sólo constataremos el de Covarrubias (1561) que supone un intento serio de ordenamiento de los estudios, corregido casi en su totalidad por el de Zúñiga (1594), cuya vigencia dura hasta 1771.

---Los “cánones” era una recopilación de leyes eclesiásticas que se estudiaban en la Facultad de Derecho Canónico. Entre ellas se encuentran: el “Decreto” del profesor Graciano de Bolonia (recopilación de leyes anteriores al siglo XII); las “Decretales”, de Gregorio IX, donde se recogen las leyes posteriores a Graciano (desde 1154 hasta 1234); el “Sexto” recopilado por Bonifacio VIII (desde 1234 hasta 1298) denominado sexto por ir detrás de los cinco de Gregorio IX; “Clementinas” (recopilación del papa Clemente V de las leyes posteriores a 1298).

Estas recopilaciones de leyes fueron reunidas en un solo “cuerpo legal” por el papa Gregorio XIII en 1580, formando el *Corpus Iuris Canonici*.

---En la Facultad de “Derecho Civil” se estudiaba un “*Corpus Iuris Civilis*” romano, recopilado por mandato del emperador Justiniano (siglo VI), en el que se recogían el “Código”, el “Digesto”, las “Instituciones” y las “Novelas”.

El Código constaba de doce libros (el primero, referido al derecho eclesiástico y a las fuentes del derecho, así como a los oficios y obligaciones de los funcionarios; del segundo al octavo tratan del derecho privado; el noveno habla del derecho penal; del décimo al duodécimo se abordan el derecho administrativo y financiero.). Posteriormente, los nueve primeros se imprimieron por separado bajo el nombre de “Código”, quedando los tres últimos libros (Junto con las “Instituciones” y las “Novelas”), con el nombre de “*volumen parvum*”. El “Digesto” constaba de cincuenta y nueve libros, dedicados a examinar la jurisprudencia romana. Las “Instituciones” eran como una introducción al derecho y las “Novelas” se referían al derecho público y al eclesiástico.

En la Facultad de Teología se estudiaba la Biblia y la obra de algunos afamados teólogos como, las “Sentencias” de P. Lombardo (sobre S. Agustín), la “Suma Teológica” de Tomás de Aquino y la obra del dominico Durando y del franciscano Escoto. Con el advenimiento de la “escolástica” la obra de Santo Tomás (dividida en tres partes, de las cuales la segunda estaba dividida, a su vez, en otras dos (la *Prima secundae* y la *Secunda secundae*).

La facultad de Medicina estuvo largo tiempo desatendida y eran pocos los estudiantes que se matriculaban en ella. Recuérdese que fueron los judíos los mejores médicos del Reino y que con su expulsión de España, estos estudios experimentaron un notable declive. Por otra parte, sus cátedras eran pocas y mal pagadas.

En la facultad de Medicina se explicaban, en la cátedra de prima, el *Liber canonis* de Avicena; en la cátedra de vísperas, los *Aphorismos de Hipócrates*, y el *Ars médica* de Galeno; en la cátedra de “pronósticos”, se explicaban los *Pronósticos* y *De ratione victus de Hipócrates*, *De differentiis febrium* y *De crisibus*, de Galeno, dejando para el sustituto, el *Ars curativa ad glaucomen*, de Galeno. Además de otros libros de farmacopea y anatomía de Galeno e Hipócrates. A pesar de las prácticas (disecciones en animales y otras), la formación era muy teórica y basada en libros clásicos, por lo tanto muy poco aplicable a los problemas de salud.

La Facultad de Artes era una mezcla de tratados filosóficos de influencia aristotélica, que se convirtió más tarde en la llamada, *ancilla theologiae*.

Del antiguo *Trivium* . lógica, gramática y retórica, las dos últimas se estudiaban aparte; del *cuadrivium* (aritmética, geometría, astronomía y música), todas estas disciplinas estaban integradas en otras cátedras.

Es la Facultad se Artes, se enseñaba “Súmulas”, “Lógica”, “Filosofía moral” y “Filosofía natural”, en la línea aristotélico-tomista. El dominio de las Artes (es decir, de la filosofía) hacía de éstas una propedéutica para todos los estudios posteriores.

Otras disciplinas ubicadas en cátedras, fueron:

- * Matemáticas, Astrología y Cosmografía, donde se explicaba la matemática y geometría de Euclides y la geografía de Tolomeo, así como cartografía, planisferio, astrología, etc.

- * Música, con un maestro de órgano, pero con una irrisoria dotación económica, quizá compensada con el sueldo de director de la *schola cantorum* de la catedral.
- * Lenguas que, en un principio eran hebreo, caldeo y árabe, que por dificultades de profesorado, se redujeron al hebreo y al griego, como auxiliares de la cátedra de Biblia.

El amplio dominio de las lenguas clásicas y por su aplicación al estudio de la Biblia, parecía ser una cátedra ideal para Fr. Luis de León, de no haberse inclinado por las de teología. Aun así, se creó un “Colegio trilingüe”, dependiente de la Universidad, donde se impartía latín, griego y hebreo

5.2. **Métodos de enseñanza.**

El método de enseñanza, por antonomasia, comprendía las “*Lectiones*”, las “*Repetitiones*” y las “*Disputationes*”.

Las “lecciones” eran exposiciones temáticas de textos. Había dos clases de lecciones: las “ordinarias” o clases magistrales de los catedráticos, por ejemplo, de las Sentencias de Pedro Lombardo, y las “extraordinarias”, impartidas como prácticas por los bachilleres que se preparaban para la licenciatura.

Aquí “leer” significa “explicar en voz alta”, no “dictar”, lo cual estaba expresamente prohibido, porque se perdía mucho tiempo. No obstante, la práctica de dictar se permitió a finales del siglo XVI. Durante la clase, los alumnos no podían dar la espalda al catedrático y debían guardar silencio, reservando las preguntas para la salida al claustro, a lo que se denominaba “*asistir al poste*”, que consistía en que, a la salida de la “lectura”, el catedrático se colocaba en la puerta o en un rincón del claustro (no había despachos de profesores) para responder a las cuestiones que le planteaban los alumnos.

En las lecciones, además de la exposición temática de los textos, tenían lugar los comentarios y las interpretaciones, como por ejemplo, los “comentarios a la *secunda secundae*” de la Suma Teológica de Sto. Tomás.

Las “disputas” eran ejercicios dialécticos para ejercitarse en “arguir y responder”. Las disputas se realizaban con un presidente doctor que hacía de moderador, un sustentante o defensor de la tesis propuesta y unos arguyentes o cuestionadores.

El presidente revisaba previamente la tesis y comentarios que iba a defender el “disputante”, el cual debía ser, al menos, bachiller.

Cuatro días antes, se exponían las tesis ante el público para interesar al alumnado. La discusión comenzaba a la una de la tarde. Durante la primera media hora, el disputante exponía sus tesis, para en la hora y media siguiente discutir y contestar a las alegaciones de sus contrincantes. Finalizada la discusión, el presidente emitía un veredicto, en el que se valoraba la argumentación y los recursos dialécticos empleados. Las disputas constituían una ocasión para evaluar tanto al disputante como a los contrincantes.

---Las “repeticiones” eran de dos clases. Por una parte, cada catedrático estaba obligado anualmente, a pronunciar una conferencia solemne y magistral a toda la universidad, sobre algún tema de interés o de actualidad; el segundo tipo de “repetición” eran las disertaciones de los bachilleres que querían acceder al grado de licenciado, a las que seguían las preguntas de los doctores para evaluar el grado de “suficiencia y conocimientos” del aspirante. Las repeticiones se hacían delante de, como mínimo, cuatro doctores de la facultad de derecho, dos maestros de la facultad de teología, dos doctores médicos y dos doctores en artes.

Estos procesos docentes eran comunes a todas las universidades, siendo reflejo del nivel académico de la universidad correspondiente.

No había exámenes parciales, sino finales. Al final de la carrera, el aspirante al grado, era interrogado (“examinado”) por los catedráticos en la famosa capilla de Santa Bárbara, eligiendo un tema de los tres propuestos tras la apertura al azar tres veces, de un libro, de las cuales el candidato elegía una.

5.3. Los rituales académicos

La enseñanza, como tal, comporta la existencia de “rituales académicos de iniciación” ya que teniendo como objetivo la entrega de la cultura a la generación siguiente, puede ser considerada como un ritual iniciático.

Desconocemos los rituales propios de la graduación de la Universidad de Salamanca, en los tres siglos del periodo tardo-medieval. El Ceremonial actual, con algunas adaptaciones al contexto actual reformas, corresponde al periodo de máximo esplendor de la Universidad de Salamanca. Posteriormente, en los

siglos XVIII y XIX, estos rituales sufrieron cambios por la acción de un centralismo homologador que no tuvo en cuenta la relativa autonomía anterior de las universidades españolas.

Pero, si bien han sido hoy recuperadas parte de las Ceremonias clásicas de los años de esplendor, no obstante se advierte en la vivencia de su ritualidad, pasividad rutinaria, falta de vivencia emocional colectiva y escasa comprensión de su alto valor simbólico.

El *curriculum* de la Universidad de Salamanca, iba desde las escuelas de Gramática, pasando por el bachillerato, la Licenciatura, hasta llegar a los más altos grados del doctorado o magisterio.

Los grados de Bachiller y Licenciado comportaban varios años de “pasantías” que pretendían garantizar la práctica profesional. El grado de Licenciado daba acceso a la “licencia docente” superior. Ser doctor o maestro suponía ya una nobleza intelectual, que otorgaba, entre otras cosas, un prestigio social.

La mayoría de los estudiantes que no desertaban, quedaban anclados en los grados de Bachiller; algunos menos obtenían el grado de Licenciado y sólo una minoría alcanzaba el doctorado o magisterio. Hoy, las universidades no otorgan el grado de Bachiller (el término “Bachillerato” corresponde actualmente a los estudios medios) y, por lo tanto, no existen ceremonias de otorgación del grado de Bachiller, como en los siglos XV, XVI y XVII.

Las Ceremonias del grado de Bachiller eran individuales y se otorgaban a lo largo del curso académico. Tenían un aspecto de ritualidad solemne, pero menos vistoso que el que el de los grados mayores. Los pasos del proceso de otorgamiento del grado consistían, en solicitar al rector la graduación y el rector disponía del nombramiento de padrino y del día del otorgamiento. El padrino, situado en la cátedra, presidía el acto y el bedel mayor realizaba un elogio del graduando, recordando que poseía los requisitos académicos para ser graduado bachiller. A continuación, el graduando explicaba un punto de su programa, señalado días antes por el padrino y una vez acabada la disertación, en pie y descubierto, pedía grado con la expresión latina, *peto gradum*.

Acto seguido, el representante del rector, pronunciaba la concesión del grado, con estas palabras: *Auctoritate pontificia et regia, qua in hac parte fungor, concedo tibi baccalaureatus gradun in...facultate, in nomine Patris el Filii et Spiritus Sancti.*

Tras la concesión del grado, el padrino cedía la cátedra al graduado (“*ascendit ad cathedram*”, le decía) y el recién graduado disertaba brevemente sobre algún tema, con el significado de poder realizar docencia en las Escuelas Menores. Finalizado el acto, bachiller y padrino se abrazaban ritualizando el acceso al cuerpo docente de la Universidad.

El grado de Licenciado se confería en las Escuelas mayores y estaba presidido por el Maestreescuela (delegado pontificio y regio) del cabildo y de la Universidad. La obtención del grado de licenciado podía durar semanas y tenía un coste económico muy elevado. Como ya anotamos anteriormente, el proceso de la concesión del grado de licenciado tenía los siguientes pasos: petición y publicación del grado, presentación del graduando, asignación de puntos para el examen, evaluación secreta y colación del grado.

En primer lugar, la “petición del grado” se hacía ante el Maestreescuela, el cual recordaba al peticionario los requisitos académicos y morales para alcanzarlo, como haber obtenido el título de bachiller, haber pasado los años de pasantía, así como su vida, costumbres y legitimidad. Una vez admitido el graduando a exámen, el Maestreescuela señalaba el día y lugar de la “presentación” formal ante el claustro de profesores congregados, a tal efecto, en la casa del Maestreescuela. Como padrino del graduando actuaba el decano de su facultad.

La “asignación de puntos”, realizada al alba, se hacía abriendo el libro correspondiente (por ejemplo, el de las Decretales a los alumnos de Leyes) por tres partes al azar (los llamados tres “piques”), todo ello en la capilla de Santa Bárbara y con el tañido de la campana grande de la catedral. De los tres puntos del libro, el graduando elegía uno. Una vez asignado el punto, el graduando tenía “24 horas” para preparar en su casa tanto el aspecto general como las posibles preguntas concretas. Por su parte, el Maestreescuela recibía el juramento de que los examinadores procederían con limpiaza y equidad.

Al día siguiente, por la tarde, se realizaba el “examen”. Una clamorosa comitiva acompañada de músicos venía desde la calle, integrada por el padrino, los examinadores maestro de ceremonias y bedeles, así como amigos, parientes y compañeros de estudios, llegaba hasta la Catedral Vieja (Capilla de Santa Bárbara), tomando los asientos correspondientes, el padrino, los examinadores y el graduando.

El aspirante explicaba los textos asignados en el “punto” que preparó en su casa durante las “veinticuatro horas”. durante una hora de reloj de arena, al final de la cual el cancelario decía “*satis*” (basta) y se hacía un receso para cenar (se

cenaba con abundancia a costa del graduando). Acabada la cena, se proseguía el examen, en el cual el aspirante respondía por tiempo indefinido a las preguntas de los cuatro examinadores.

Acabado el examen se mandaba al bachiller y acompañantes a salir de la capilla, para proceder a la votación secreta sobre su aptitud, mediante las letras “A” (aprobado) o “R” (reprobado) (en otros lugares de hacía con bolas negras y blancas) introducidas en un recipiente *ad hoc*. Al día siguiente, por la mañana se reunían los examinadores con el graduando el cual pedía públicamente el grado, al cual, si aprobaba, contestaba el secretario que los examinadores le habían aprobado, *una voce, unanimiter et nemine discrepante*, es decir, por unanimidad.

Después de los juramentos pertinentes (*Licentiandorum omnium facultatum in Academia Salmanticensi*) y con la solemnidad del acceso al grado, el graduando, postrado de rodillas, decía: *peto gradum*. El Mestrescuela, descubierto, contestaba: *Auctoritate pontificia et regia, qua in hac parte fungor, concedo tibi licentiatus gradum in... facultate et concedo tibi licenciam ut ad doctoratus gradum ascenderé posis quando volueris, in nomine Patris et filii et Spiritus Sancti*. El graduando que permanecía de rodillas, se levantaba abrazando a continuación al cancelario y al padrino. A partir de la colación, se formaba la comitiva de acompañamiento para dejar al licenciado en su casa.

---Las ceremonias de grado de doctor y maestro se consideraron como un complemento honorífico reservado a los licenciados más preclaros de la Universidad de Salamanca. “El grado de licenciado formaba una especie de unidad con el doctorado, consistiendo el primero en una reválida de estudios y el segundo, en pura ceremonia y festejo” (Alejo Montes, 2007:39). El título de doctor era el preferido en Derecho y Medicina y el de maestro era utilizado en Teología y en Artes, siendo ambos títulos equivalentes.

Para la ceremonia se reunían el conjunto de doctores y maestros, presididos por el cancelario, el padrino y el rector. Todos los actos estaban revestidos de solemnidad festiva en la que participaba toda la universidad y el público salmantino, tanto en los desfiles como en las ceremonias de la catedral y en la corrida en la Plaza Mayor.

Ya hemos visto cómo, cuando el cancelario concedía al graduando el título de Licenciado, le invitaba a alcanzar el doctorado (*si volueris*), al considerarlo la cima de su carrera académica.

El protocolo del examen de doctorado o magisterio, comenzaba pues, con la “petición formal del grado”, seguida de su “publicación” a cargo del secretario, para lo cual se reunía el claustro, donde se formulaba públicamente la petición del graduando.

La víspera de la graduación, por la tarde, se realizaba el desfile de” presentación” por la ciudad o por los alrededores de la Universidad, con trompetas y atabales, completados con clarines y chirimías si se podía pagarlos. Previamente, el postulante pasaba por secretaría para depositar las monedas de oro y plata con las que se comprometía a sufragar los elevados gastos de la colación. Para ello, o bien se poseía abundante dinero, o bien se unían dos o más candidatos a la colación para repartir el gasto. Los festejos de la colación eran reducidos cuando los postulantes eran regulares o cuando había luto oficial en la corte, en los que se suprimía la fiesta, circunstancia aprovechada para no correr con los numerosos gastos. De todas las maneras, en el desfile “triunfal”, con derroche de lujo y magnificencia, la Universidad hacía ostentación de sus alumnos y profesores y la ciudad de Salamanca participaba de la fiesta universitaria con gran alborozo.

La comitiva discurría por el centro de la ciudad, terminando en el Colegio Trilingüe, donde se servía una cena (de, al menos, ocho platos).

Al día siguiente, por la mañana, la comitiva del doctorando partía de la casa del cancelario hacia la catedral nueva por su mayor capacidad para el público, donde se desarrollaba la “colación de doctor o de maestro”.

Asistían a la “colación”, el cancelario, el rector, el padrino y el conjunto de doctores y maestros de la Universidad.

Comenzaba el acto de la “colación”: proponiendo el candidato unas conclusiones sobre cuestiones de su facultad, a las que argüía simbólicamente el rector. Después de un intervalo musical de chirimías, venían los arengantes con sus proclamas elogiosas, respondiendo simbólicamente al rector.

A continuación, el candidato “pedía” solemnemente el grado al que sucedía un intervalo musical. Al candidato le imponían los símbolos doctorales: EL anillo (desposorio con la sabiduría), el libro (facultad de enseñar), birreta doctoral (con la borla del color de la facultad), seguida de los abrazos de confraternización del cancelario y del rector, como nuevos participantes y miembros del grado. Las chirimías sonaban en cada intervalo de imposición de los símbolos del grado.

Seguía el protocolo de los juramentos y promesas, así como la “graculatoria” o discurso de felicitación de un estudiante, dirigido al nuevo doctor o maestro.

Después de la colación del grado, se servía una comida en los bajos del Colegio Trilingüe, donde a cada plato servido intervenían las chirimías

Como colofón, por la tarde, se celebraba una corrida de toros en la Plaza Mayor, con 10 “toros de muerte” entre uno y tres graduados, doce si eran más los graduados., lo cual suponía, si se hacía realidad, un gasto desmesurado.

Por la noche, era el momento de las rondallas, las luminarias y los vítores, así como del bullicio estudiantil. En los Magisterios de Teología y en general en los de los regulares, la fiesta era mucho más reducida, con un desfile breve, ausencia de cena y toros.

Como colofón, el nuevo doctor tenía derecho a inscribir en la pared de la facultad su “Victor” “en rojo de sangre taurina” (según reza la leyenda). Hoy se siguen señalando los doctorados en rojo con otros componentes del color.

5.4. Tres siglos de oro de la Universidad de Salamanca.

En los siglos tardo-medievales, XII, XIII y XIV, el Estudio General de Salamanca discurrió a través de una vida modesta, pero decidida a seguir adelante. Con el advenimiento de los siglos XV, XVI y XVII, entramos en el periodo de esplendor de la Universidad de Salamanca. Sin embargo, los siglos XVIII, XIX y primera parte del XX, son de decadencia y casi de extinción. No obstante, en la segunda mitad del siglo XX, vuelve a resurgir con fuerza la Universidad de Salamanca como un campus universitario de excelencia internacional

Antes de ocuparnos del periodo de decadencia de la Universidad salmantina, hagamos un breve resumen de los años gloriosos (los “tres siglos de oro”) de la Universidad de Salamanca.

La Universidad salmantina floreció en sus años de esplendor, entre todas las instituciones de Estudios Superiores existentes en España, por su nivel docente y por ser un referente en la creación y funcionamiento, y sirviendo a la Iglesia y al Estado a través de sus estudios jurídicos y teológicos.

Siguiendo los pasos de la Universidad de Bolonia, pionera y aventajada en los estudios jurídicos, la Universidad de Salamanca proporcionó expertos en derecho y funcionarios con los que organizar el Estado reconquistado y las tierras recién descubiertas de América.

A partir de la formación teológica del clero, la Universidad de Salamanca impulsó la creación de nuevas universidades en Iberoamérica, alentó la Contrarreforma y tuvo un destacado lugar en el Concilio de Trento.

Al final de este periodo de esplendor y a pesar de que el Maestrescuela catedralicio era el representante simbólico papal en la Universidad de Salamanca y aunque la autoridad rectoral la ejercía anualmente un estudiante debidamente asesorado, la Universidad salmantina se fue aristocratizando, con detrimento del poder estudiantil y de la Iglesia.

Sus cátedras fueron las más prestigiosas y las mejor pagadas, a cuenta de las tercias reales de los diezmos eclesiás. El método de docencia siguió con la lección magistral, la repetición y las disputas públicas. La orientación académica del derecho civil se nutría del derecho romano y la del derecho canónico por las decretales pontificias; la teología se hizo cada vez más aristotélico-tomista, la filosofía derivó hacia Aristóteles; la medicina se hizo predominantemente galénica y la matemática se orientó hacia Euclides. Como apuntamos anteriormente, no existían exámenes parciales, sino un examen a final de carrera.

Finalmente, la biblioteca, una de las más completas de la cristiandad, a partir del siglo XV, llegando a tener 1250 volúmenes. El miedo a la Inquisición por albergar libros prohibidos y el hundimiento de la bóveda que la albergaba, abrirá un paréntesis de abandono, hasta que, a principios del siglo XVIII, vuelva a ser organizada y enriquecida la biblioteca, con nuevas adquisiciones, muchas de ellas de expolio de conventos (por ejemplo, los 12.000 volúmenes requisados a los Jesuitas y otros tantos al Convento de San Esteban).

6. Decadencia de la Universidad salmantina.

6.1. La Ilustración en la Universidad de Salamanca

Después del esplendor universitario de los “tres siglos de oro”, la Universidad de Salamanca del “Ochocientos” comenzó a dar síntomas de decadencia,

tanto por el continuismo escolástico, como por no tener respuestas vitales y teóricas para afrontar los problemas de su tiempo.

A pesar de que suele afirmarse, como algo positivo, que la Universidad de Salamanca se constituyó en uno de los focos más importantes de la Ilustración española, sin embargo, el tránsito, o más bien el salto de una universidad escolástica y clerical a reformas de corte laicista, supuso que las reformas ilustradas se hicieran “contra” seis siglos de historia universitaria.

No se trataba de anclarse en el pasado y en este sentido, las reformas universitarias ilustradas trataron de modernizar aspectos puntuales, como proveer las cátedras por concurso oposición, etc., pero estas reformas se transformaron en letales, cuando atacaron a la esencia misma de la Universidad salmantina, como sucedió con la supresión de los estudios de Derecho canónico o Teología.

Varios acontecimientos contribuyeron a enrarecer más el ambiente y tuvieron una influencia nefasta en el devenir universitario, como la expulsión de los jesuitas (1767), la Guerra de la independencia (1808) y la acción política anticlerical y laicista de los gobernantes.

Aparentemente, en la acción docente, se prosiguió con los métodos clásicos de la “Lección magistral”, de las “disputas” y de las “repeticiones”, pero dando un protagonismo vertical a la “incontestable” lección magistral y al inapelable dictamen del catedrático de turno, que ya no dictaba sino que había escrito su “manual introductorio” para sentar las bases de su “doctrina”, a la que el alumno debía adherirse y someterse,

Podemos concluir, en relación a este siglo XVIII en la Universidad de Salamanca, que si bien hubo algunas reformas innovadoras en la estructura universitaria, sin embargo, se acentuó su “provincianismo”, entrando en competencia regional con las universidades de Valladolid, Sevilla, Zaragoza, Valencia, etc.

6.2. Declive total en el siglo XIX.

El Siglo XIX comienza para la Universidad de Salamanca con la ocupación francesa y la Guerra de la Independencia. Aunque en Salamanca no hubo batalla, sí sufrieron ocupación francesa, destruyendo edificios del barrio antiguo para construir defensas con sus piedras y ocupando la Universidad como cuartel.

La huella francesa del centralismo napoleónico deja su impronta en España, a través del Plan Pidal (1845) por el que las universidades españolas, salvo la Universidad Central de Madrid, pierden la facultad de expedir el título de doctor, sobredimensionando el poder central, en detrimento, en nuestro caso, de la “provincianizada” Universidad de Salamanca, que pasa a ser una “universidad periférica”.

En 1852 la universidad perdió su condición de “Universidad Pontificia”, mediante la Real Orden del 21 de mayo, que suprime las dos facultades eclesiásticas de Teología y Derecho Canónico, las cuales pasan al seminario diocesano. También se pierden las facultades de Medicina y Ciencias (1869), que quedaron como facultades libres y subvencionadas por la Diputación y el Ayuntamiento. Al final, la Universidad de Salamanca quedó reducida a las facultades de Derecho y Filosofía y Letras como facultades estatales.

La financiación de la Universidad de Salamanca, basada en las rentas agrícolas del obispado (Tercias de los diezmos), entró en profunda crisis, agravada con la “desamortización” de los bienes de la Iglesia, realizada por Mendizábal, la cual, al decir de Menéndez Pelayo, hizo más ricos a los ricos y más pobres a los pobres, por lo que tuvo que sufragarse por los derechos de matrícula, grados y exámenes, del todo insuficientes, completándose con las aportaciones de la Diputación y el Ayuntamiento salmantinos.

Se abandona el latín como lengua vehicular universitaria, se implanta la “Lección magistral”, los exámenes de curso, el aprendizaje memorístico, no se exige la investigación, y todo ello, con una tensión permanente entre los conservadores y los liberales.

Por contradictorio que parezca, la figura de Fray Luis de León es respetada por ambos bandos. Así, la “Gloriosa” del 1868 promueve la exaltación de la Figura de Fray Luis de León por ser víctima de la Inquisición y erige en su honor, sufragada por suscripción popular, la estatua que actualmente preside en el patio de las escuelas mayores. Esta estatua parece no molestar a nadie, siendo un esperanzador vínculo de unión para la universidad.

“La Universidad de Salamanca no fue, durante el siglo XIX, sino un *despojo* que, incluso, corrió el riesgo de desaparecer como tal. Poco quedaba de la tradición precedente y de sus símbolos; si acaso, la retórica. A fines de la centuria, un grupo de tradicionalistas, en torno al obispo Cámara abrigaron proyectos de convertirla en Universidad Católica. Por las mismas fechas, una celebración

del cuarto centenario del descubrimiento de América agitó la idea de constituir una Universidad Hispano-Americana. Pero, de la Salamanca histórica había desaparecido casi todo, incluidos su ceremonial, protocolo y traje académico clásicos. Los decretos liberales los habían uniformado para todo el Reino, reduciéndolos a la apertura de curso, la borla, la muceta y la toga. Las viejas glorias se habían consumido” (Rodríguez-San Pedro, 2004: 42).

6.3. Prosigue el declive.

La primera mitad del siglo XX está marcada por la I Guerra Mundial (1914-1918), la Revolución Rusa (1917), la II Guerra Mundial (1939-1945), la II República española (1931-1936) y la Guerra Civil española (1936-1939), sin dejar a un lado la agitación social, la crisis de la Monarquía de Alfonso XIII, las guerras en Marruecos, la “dictablanda” de Primo de Rivera (1923-1929), etc. Este cuadro de convulsión social y bélica, era el menos propicio para la revitalización de una universidad como la salmantina ya en estado agónico. En esta mitad de siglo “destaca la figura de Miguel de Unamuno, rector en dos ocasiones: (1900-1914) y (1931-1936). No fue muy bien acogido por los sectores más conservadores de la ciudad, por sus actitudes heterodoxas y ‘disolventes’. Aunque hay que decir que Unamuno se desenvolvía mejor como intelectual y agitador de ideas que como gestor de la burocracia universitaria del tiempo” (Rodríguez-San Pedro, 2004: 43).

En estos años convulsos, la Universidad de Salamanca está gobernada desde el centralismo de Madrid, siendo el rector nombrado por el gobierno y actuando como “inspector” del ministerio para las cuatro facultades existentes en la universidad (Derecho civil, Filosofía y Letras, Medicina y Ciencias).

Tomando como puntos de referencia los años 1900 y 1933, vemos que en el curso 1900-1901, existe un cuadro de profesores de 55 personas, mientras que en el curso 1933-1934 ya alcanza la cifra de 71 profesores.

En cuanto al número de alumnos, vemos que en el curso 1900-1901 alcanza la cifra de 819 y en el curso 1933-1934 se eleva a 2.253 estudiantes, contando los llamados “alumnos libres”. Si de la cantidad pasamos a la calidad, los estudiantes de esta etapa convulsa están más pendientes de los movimientos políticos y bélicos, con un interés orientado a obtener una titulación que les abra a una profesión pequeño burguesa. Los últimos años de la II República española (1933-1936), la universidad vive un ambiente de agitación social que imposibilitó la vida universitaria.

7. Restauración de la Universidad de Salamanca.

La Guerra Civil española había terminado en 1939, pero comenzaba la II Guerra Mundial. Tiempos de guerras y postguerras, de banderías políticas entre los profesores. Tiempos poco propicios para la restauración de la Universidad de Salamanca.

Sin embargo, el nombramiento de Joaquín Ruiz-Giménez como ministro de Educación (1951-1956) posibilitó el acceso de Antonio Tovar Llorente (1911-1985) a Rector de la Universidad (1951-1956). No olvidemos que, a los rectores los nombraba el ministro de Educación, pero Ruiz-Giménez era un ministro democristiano con ilusión de apertura.

Tovar fue una figura académica de gran prestigio y un rector que impulsó la vida universitaria de Salamanca, junto a otras destacables figuras.

Se impone la comparación entre Tovar y Unamuno, ambos profesores de lenguas clásicas. Mientras Unamuno, como catedrático de griego, fue bastante mediocre y como rector que gobierna una universidad, manifiestamente mejorable, por el contrario, A. Tovar fue un gran filólogo, que dominaba el euskera, el valenciano, el alemán, el inglés, etc., además del griego y el latín (catedrático de latín en la Universidad de Madrid, en 1965). Pero Unamuno le ganó en calidad literaria y en publicidad política, por lo cual, tuvo una repercusión mayor que Tovar. Es de reseñar que Tovar, después de renunciar a su cátedra madrileña por razones de protesta política, recaló como profesor en la Universidad de Tubinga (Alemania), en cuyo “exilio” se jubiló. En su intenso periplo profesional fue profesor en las universidades de Salamanca, Buenos Aires, Tucumán, Illinois y Tubinga. Así como doctor Honoris Causa por las universidades de Múnich, Buenos Aires, Dublín y Sevilla, además de académico numerario de la Real Academia de la Lengua Española y de la Real Academia de la Lengua Vasca (Cfr. Martín Ruipérez, 2011).

Como punto de partida de su mandato rectoral, el Rector Tovar impulsó la celebración del VII Centenario de la Universidad de Salamanca, en el curso 1953-1954, a la que asistieron los rectores de las principales universidades del mundo, los cuales, revestidos cada uno con su peculiar vestimenta universitaria, desfilaron por una buena parte de las calles de la ciudad (octubre 1953).

A partir de este apoyo “plebiscitario” a la universidad de Salamanca y a la persona del rector Tovar, de los setenta rectores asistentes, el Consejo de Mi-

nistros (6 de noviembre de 1953) devolvió a la Universidad de Salamanca (la primera entre todas las demás universidades) la potestad de otorgar el título de doctorado. Así mismo, en mayo de 1954 consiguió que devolvieran a la Universidad de Salamanca el millar de manuscritos que habían sido sustraídos por las tropas napoleónicas y que se guardaban en la biblioteca del Palacio Real. Además, se trabajó para conceder un régimen especial de cierta autonomía a la Universidad de Salamanca, con el propósito de que, si se obtenían buenos resultados, sería aplicado a las demás universidades, proyecto truncado a causa de la dimisión del ministro Ruiz-Giménez (1957). A pesar de las dificultades políticas, los rectores A. Tovar, R. Loscertales y un selecto grupo de profesores trabajaron con ahínco para conseguir revitalizar la universidad. La celebración del 800 aniversario de la universidad salmantina, podría ser una buena ocasión para reconocer el esfuerzo rectoral de A. Tovar y el de otros nombres ilustres que abrieron la puerta de la universidad salmantina al nacimiento de un nuevo “siglo de oro”.

En 1940 se creó la Universidad Pontificia de Salamanca en el antiguo Colegio del Espíritu Santo, que había sido desamortizado a los jesuitas. La Conferencia Episcopal Española recibió el inmueble, instaurando en él las antiguas cátedras de Derecho Canónico y Teología, suprimidas por el laicismo gubernamental del Ochocientos y del Novecientos en la Universidad de Salamanca. Posteriormente, esta universidad, restringida en un primer momento a la docencia universitaria de las Ciencias eclesiásticas, amplió sus facultades y en 1963 fueron reconocidos sus títulos por el Estado, como una universidad privada. Ambas universidades, la Civil y la Pontificia, nacidas de un mismo tronco, conviven en paz y en respeto mutuo. Alrededor de la Universidad Pontificia se establecieron numerosos conventos y centros educativos de las principales órdenes eclesiásticas y se inauguró la prestigiosa editorial BAC (Biblioteca de Autores Cristianos), entre otros remarcables proyectos editoriales de libros y revistas científicas.

En 1963, asistimos a la creación de los Cursos de Verano para Extranjeros y a la restauración oficial (1968) de la cátedra de música.

Podemos cerrar este periodo académico del tardofranquismo, con la fecha de 1970, en la que suceden hechos trascendentales, comenzando por la Ley General de la Educación (Villar Palasi), por la que se concedía a las universidades una cierta autonomía universitaria en materias de docencia e investigación; se potenciaron los Departamentos y los Institutos de investigación, la clasificación de las asignaturas en “troncales” y “optativas”, adquiriendo rango universitario

las escuelas técnicas, tal como lo recogen los “Estatutos Provisionales” de la Universidad de Salamanca (1970), aprobando sus Estatutos por Real Decreto de 1985, con ciertas reformas en 1988.

7. ¿Un nuevo “siglo de oro” de la Universidad de Salamanca?.

El mejor homenaje que podemos hacer a la Universidad de Salamanca, que celebra sus 800 años de existencia, es constatar que está abriéndose a un nuevo “siglo de oro”. Y podemos adivinarlo, apuntando a una doble certificación: la “atracción y hasta seducción” que ejerce el pasado glorioso de la Universidad de Salamanca sobre los alumnos, tanto nacionales como internacionales; y el esfuerzo institucional que ha llevado a calificarla como “Campus de excelencia internacional”.

Al pergeñar este Homenaje, no podemos menos que tener en cuenta el valor identitario de su historia. No se trata aquí de acumular datos (*res gestae*) para, seguidamente, colocarlos en la vitrina intemporal del pasado, sino, más bien, queremos entender la historia (*istoria*) como un continuo preguntarse sobre su identidad. Ortega y Gasset diría que, en el decurso de la historia, cambiamos y ya no somos lo mismo, pero sí seguimos siendo “los mismos”.

Hemos seleccionado pues, dos realidades que nos permiten augurar un nuevo “siglo de oro” para la Universidad de Salamanca: la calidad de su creciente alumnado y profesorado, y el esfuerzo institucional para crear espacios y tiempos de docencia e investigación.

El primer gozo de este Homenaje surge al contemplar su “singular y plural” alumnado. Como decíamos al principio, la Universidad de Salamanca ha inundado de alegría bulliciosa a la ciudad, con los miles de estudiantes que acuden a sus fiestas en la Plaza Mayor. En medio de una Castilla seria y austera, palpita una juventud que vive gozosa el presente y sueña con el futuro.

Pero, a su vez, esta juventud acude a la Universidad de Salamanca para pedirle “herramientas conceptuales” que le permitan comprender su pasado, presente y futuro, a la vez que obtener una Licencia (licenciatura) con la que triunfar en su vida profesional. Tomo de Rodríguez-San Pedro, datos ilustrativos de la creciente demografía estudiantil de la Universidad de Salamanca, casi siempre sinuosos y cambiantes, pero que servirán de punto de referencia: “A mediados de los años ochenta se superaron los 20.000 alumnos, sin contar con

los de doctorado y extranjeros. Vuelven a superarse los 30.000 a mediados de los noventa y eran 34.000 en el curso 1.999-2.000. En el umbral del siglo XXI, los alumnos matriculados en el ámbito de las Humanidades, suponían 5.632 inscripciones (16'5 %); en Ciencias Sociales y Jurídicas 14.802 (43'3%); en Ciencias experimentales y de la salud, 8.167 (23'9%); en C. Técnicas, 5.523 (16'1%). De todo este conjunto, el 58'4% son mujeres, con destacada presencia en titulaciones como Enfermería, Psicología, Educación, Farmacia, Filología o Traducción y Documentación. Por otro lado, hay que mencionar otros 1.500 estudiantes, repartidos en los programas de doctorado. Y, por último, unos 1.000 alumnos extranjeros en programas internacionales y más de 6.000 en Cursos extraordinarios de Lengua y Cultura español. En el curso 1987-1988, tan sólo el 52'7% pertenecían al Distrito universitario integrado por Ávila, Salamanca y Zamora; el resto provenía de provincias y comunidades diversas" (Rodríguez-San Pedro, 2002: 55-56).

Junto al personal estudiantil, vemos cómo, a partir de la Ley de Reforma Universitaria (1983) se ajustan las plantillas, alcanzando en el año 2.000 la cifra de 3.000 personas (70% de personal académico y 30% de administración y servicios), con un alto nivel del profesorado y de alta competencia del personal administrativo.

El segundo gran gozo del Homenaje, nace de la respuesta institucional a la demanda estudiantil, construyendo un "Campus" de facultades, como símbolo de una apertura académica hacia las nuevas realidades. La Universidad de Salamanca ofrece al alumnado dieciséis facultades: Bellas Artes, Biología, Ciencias, Ciencias agrarias y ambientales, Ciencias Químicas, Ciencias Sociales, Derecho, Economía y empresa, Educación, Farmacia, Filología, Filosofía, Geografía e Historia, Medicina, Psicología, Traducción y Documentación), además de Escuelas politécnicas en Ávila, Zamora, Béjar. Podemos constatar, también, la creación de diecinueve Centros de Investigación, con sus correspondientes laboratorios y bibliotecas. Es necesario recorrer estos espacios para sentirlos como la "casa común" de todos los universitarios españoles e iberoamericanos.

A la vez que Salamanca sueña con un nuevo "siglo de oro", deberá tener presente que si a un árbol le cortan sus raíces, muere y no da frutos.

Lo que aprenderemos del pasado de la Universidad de Salamanca es que sus raíces y su troncalidad son la cultura occidental cristiana, tal como lo expresó Alfonso X el Sabio en los comienzos del Estudio General salmantino.

Lo que aprenderemos del pasado renacentista, es que el impulso interior de todo Renacimiento está, tal como lo expresó magistralmente Fray Luis de León en el “siglo de oro” de la Universidad salmantina, en el humanismo cristiano que defiende la dignidad del hombre.

Lo que aprenderemos del hoy ilusionado, será que, abriéndonos a Iberoamérica y Europa, descubriremos la “causa común” que nos une. Esta “visión” de punto de partida generará una “misión” cuya lucha por alcanzarla, dará sentido a la existencia de la Universidad de Salamanca.

8. Referencias bibliográficas.

- ALEJO MONTES, F.J. (2007) *La docencia en la Universidad de Salamanca en el siglo de oro*. Ediciones de la U. de Salamanca.
- ÁLVAREZ TURIENZO, S. (Ed.) (1991) *Fray Luis de León*. El Escorial: rev. La ciudad de Dios.
- AMADOR Y CARRANDI, F. (1986) *La Universidad de Salamanca en la Guerra de la Independencia*. Salamanca: Calatrava.
- BARRIENTOS GARCÍA, J. (1996) *Fray Luis de León y la Universidad de Salamanca*. El Escorial: Eds Escurialenses
- BELL, A.,F.,G. (1927) *Luis de León. Un estudio del renacimiento español*. Barcelona.
- BELTRAN HEREDIA, V. (1999) *Los orígenes de la universidad de Salamanca*. Salamanca: Ediciones de la Universidad de Salamanca.
- BELTRÁN HEREDIA, V. (1967) *Bulario de la Universidad de Salamanca (1219.1549)* Salamanca: Ed. de la Universidad de Salamanca.
- ELIZALDE, I. (1996) Fray Luis de León en la poesía de Miguel de Unamuno. en, V. García de la Concha/J. San José-Lera *Fray Luis de León: historia, humanismo y letras* .pp. 615-628.
- FERNÁNDEZ ÁLVAREZ, M. (1991) *Fray Luis de León*. Madrid: Espasa Calpe.
- GARCÍA DE LA CONCHA, V. / SAN JOSÉ LERA, J. (Eds.) (1996). *Fray Luis de León: historia, humanismo y letras*. Salamanca: Ed. Universidad de Salamanca.

- GÓMEZ GARCÍA, E. (2003) Fray Luis de León: esplendor del humanismo cristiano. En *Ciencia Tomista*. pp. 495-544.
- GONZÁLEZ VELASCO, M. (1991) “Cronología de Fray Luis de León”. Rev. *La Ciudad de Dios*. pp. 323-406.
- LAZCANO, R. (Ed,) *Fray Luis de León*. Ed. Revista Agustiniana.
- LAZCANO, R. (1990) Fray Luis de León. Bibliografía. Madrid: Ed. Rev. Agustiniana.
- MARTÍN RUIPÉREZ, S. (2011) *A. Tovar y la Universidad de Salamanca*. Alicante.
- MÉNDEZ SANZ, F. (1990) *La Universidad salmantina de la Ilustración 1750-1800. Hacienda y Reforma*. Salamanca: Ed. Universidad.
- POLO RODRÍGUEZ, J.L. HERNÁNDEZ DE CASTRO, J. (2004) *Ceremonias y grados en la Universidad de Salamanca*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- RODRÍGUEZ CRUZ, A. (1973) *Historia de las Universidades Hispanoamericanas. Periodo hispánico*. Bogotá: I. Caro y Cerveto.
- RODRÍGUEZ CRUZ, A. (1977) *Salmantica docet. La proyección de la Universidad de Salamanca en Hispanoamérica*. Salamanca: Eds. Universidad.
- RODRÍGUEZ CRUZ, A. (1979) *El oficio de Rector en la Universidad de Salamanca y en las Universidades hispanoamericanas*. Salamanca: Ed. Universidad.
- RODRÍGUEZ-SAN PEDRO, L. E. (2002) *Bosquejo histórico de la Universidad de Salamanca*. Ediciones de la Universidad de Salamanca.
- RODRÍGUEZ-SANPEDRO, L. E. (1997) *La Universidad salmantina del barroco, 1598-1625*. 3 vols. Salamanca: Ed. Universidad.
- SÁNCHEZ SÁNCHEZ, D. (2003) *La Universidad de Salamanca en el siglo de oro*. Salamanca: Caja Duero.





APROXIMACIÓN AL CONCEPTO DE MINORÍA PARA SU PROTECCIÓN JURÍDICA INTERNACIONAL: CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN

Dr. Santiago José Castellà¹

Académico Numerario de la RAED

Esquema

1.Acotación inicial: la etnicidad como criterio; 2. Los criterios de clasificación de las minorías: 2.1.-Clasificación cuantitativa; 2.2. Clasificación según el grado de concentración / dispersión; 2.3. Clasificación por el origen de la minoría; 2.4. Otros criterios de clasificación.

La diversidad de situaciones y fenómenos susceptibles de ser abordados bajo la consideración de minorías es una de las principales dificultades a las que debe hacer frente todo sistema de protección a las minorías que se articule sobre las ideas de generalidad y/o universalidad. Así, la voluntad de superar el carácter particularista, fragmentario y regional del sistema de protección a las minorías articulado en torno a la Sociedad de Naciones, ha supuesto un elemento nada desdeñable de *ralentización* de los trabajos de las Naciones Unidas en esta materia.

¹ Profesor Titular del área de Derecho Internacional Público y Relaciones Internacionales, del Departamento de Derecho Público de la Universitat Rovira i Virgili; Director de la Cátedra Tarragona Smart Mediterranean City de dicha universidad; y miembro de número de la Real Academia Europea de Doctores. Realizado en el marco del proyecto “CONCLIMA - Constitución climática global: Gobernanza y Derecho en un contexto complejo” del Programa estatal de fomento de la investigación científica y técnica de excelencia del Subprograma Estatal de Generación de Conocimiento, del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016, Ministerio de Economía y Competitividad, Convocatoria de 2016 (DER2016-80011-P).

En sus inicios, el rechazo de las propuestas soviética, yugoslava y danesa que pretendían la inclusión de la protección a las minorías en el texto articulado de la Declaración Universal de Derechos Humanos se justificó por las dificultades que suponía “*adoptar una solución uniforme de esta compleja y delicada cuestión que presenta aspectos especiales en cada Estado donde se plantea*”². La ambigua y compleja formulación del artículo 27 del Pacto internacional de derechos civiles y políticos, que plantea importantes problemas de interpretación, también responde, en buena medida, a la diversidad de fenómenos minoritarios y a la voluntad estatal de excluir de esta protección a grupos que no se consideran merecedores de la misma³.

Posteriormente, durante los interminables trabajos de elaboración de la *Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de las personas pertenecientes a minorías nacionales o étnicas, religiosas y lingüísticas*, el contenido material y los límites de la protección estuvieron de nuevo presentes, atascando, en diversas ocasiones, la actividad del grupo de trabajo. Así, la heterogeneidad y diversidad del fenómeno minoritario ha sido una preocupación constante, hábilmente argumentada como un insoslayable impedimento para la articulación de una protección general por quienes pretendían excluir la intervención del Derecho internacional en asuntos que reclamaban como propios de la jurisdicción interna de los Estados. Sin embargo, como hemos visto, la lógica aparejada de los procesos de internacionalización y humanitarización de la sociedad internacional han avanzado lenta pero progresivamente hacia mayores cotas de protección y garantía de los derechos de las personas pertenecientes a minorías.

Para realizar una primera delimitación de aquellas minorías a las que el Derecho internacional dedica una atención preferente, más allá de la simple prevención de las discriminaciones, debemos en primer lugar acotar nuestro ámbito a las minorías nacionales, étnicas, religiosas y lingüísticas excluyendo a otros grupos que aunque también minoritarios no son objeto de esta protección específica; y en segundo lugar, intentar establecer algunos crite-

2 AGNU, Resolución 217 C (III), *Suerte de las minorías*, de 10 de diciembre de 1948.

3 Así, en los debates sobre este artículo en la Comisión de Derechos Humanos, los representantes de Estados latinoamericanos insistieron en la necesidad de excluir de esta protección a los trabajadores inmigrados; en palabras del representante de Uruguay “*Las minorías que podríamos calificar de “accidentales” y que están constituidas por grupos de inmigrados deberían al contrario, ser integradas en la vida del país de acogida, siempre que sea posible*”. En términos similares se expresó Australia en relación con los aborígenes. ONU, Doc. E/CN.4/SR. 368 - 371.

rios objetivos de clasificación de estas minorías que nos permita realizar una aproximación ordenada y lógica a esta desordenada jungla de realidades minoritarias.

1.-ACOTACIÓN INICIAL: LA ETNICIDAD COMO CRITERIO

Es en efecto precisa, aunque necesariamente breve, una explicación de la inicial limitación de la cuestión a las minorías nacionales, étnicas, religiosas y lingüísticas. Limitación que supone la exclusión de otras situaciones minoritarias que tienen su fundamento en motivos sociales, de orientación sexual, políticos o económicos, y que encuentran en el desarrollo del principio de no discriminación una más adecuada ubicación. Como hemos podido comprobar, las normas y las prácticas internacionales han concretado la protección a las minorías en aquellas situaciones minoritarias en las que la idea de “*comunidad*” conforma de forma especialmente característica estos grupos humanos⁴.

Es esta idea de “*comunidad*” el rasgo esencial que nos permite distinguir unos grupos humanos con una identidad propia y diferenciada, de aquellas situaciones de minorización o exclusión de la diferencia que no se justifican con base en un fenómeno identitario.

En el Memorándum del Secretario General, sobre *Definición y clasificación de las minorías*, las ideas de “*comunidad*” o “*colectividad*” como opuestas a las de “*Sociedad*” u “*Organización*”, son la base de la que arranca la investigación. Así, siguiendo la obra de FERDINAND TOENNIES *Gemeinschaft und Gesellschaft* (Comunidad y Sociedad) de 1897, el memorándum del Secretario General se refiere a las “*colectividades*” como aquellos “*grupos fundados en factores espontáneos de unificación*”, tales como la sangre, la cultura y el parentesco; grupos estos que se forman “*allá donde los individuos viven agrupados y ad-*

4 La Corte Permanente de Justicia Internacional se pronunció sobre el concepto de “comunidad”, atendiendo al mismo como equivalente al de minoría, en su dictamen consultivo de 31 de julio de 1930 relativo a la interpretación del Convenio sobre emigración recíproca de las comunidades greco-búlgaras de 27 de noviembre de 1919, en los términos siguientes: “*El criterio del concepto de comunidad (...) es la existencia de una colectividad de personas que habitan en un país o localidad dados, pertenecen a una raza, profesan una religión, hablan un idioma y conservan tradiciones propias, y están además unidas por la identidad de esa raza, de esa religión, de ese idioma y de esas tradiciones en un sentimiento de solidaridad para conservar sus tradiciones, mantener su culto, asegurar la instrucción y la educación de sus hijos conforme al genio de su raza, y ayudarse mutuamente*”, C.P.J.I., Serie B, Núm. 17, pág. 22 y 23.

*quieren, en mayor o menor medida, las características distintivas comunes tales como los usos, las tradiciones, las formas de lenguaje, y los sentimientos de solidaridad*⁵; por el contrario, las “organizaciones” son creadas por la acción deliberada y voluntaria de sus miembros⁶.

Estas dos ideas nos permiten trazar una línea de separación, por ejemplo, entre familia, tribu o cultura, frente a partidos políticos, instituciones culturales o sindicatos; pero sobretodo nos permiten señalar un elemento sustutivo de distinción entre nación como “colectividad” y Estado como “organización”: así, siguiendo el informe del Secretario General, la nación aparece como “el resultado de un proceso histórico de fusión” en el que la vida en común ha dotado a los individuos de hábitos, costumbres, tradiciones y formas de vida comunes⁶.

Este concepto de “nación” es intercambiable, en buena medida, por el concepto de “cultura” tal y como la antropología lo ha generalizado en el conjunto de las ciencias sociales para referirse al mismo como el conjunto de conocimientos, creencias, arte, moral, costumbres, derecho, y sistema de símbolos de un grupo determinado⁷; idea que insiste en el carácter no innato, de aprendizaje que estos elementos tienen, frente a las ideas deterministas que prefieren referirse al “espíritu” o “genio” de un pueblo.

BEN ACHOUR es uno de los internacionalistas que mejor ha captado este elemento de “colectividad” y de “cultura” en lo que, siguiendo a STAVENHAGEN denomina “etnicidad”. Lo étnico es presentado así como comprensivo de todos los elementos específicos de la identidad de un grupo -la lengua, la raza, la religión, las costumbres y hábitos, el origen tribal, y la nacionalidad⁸. De este modo la cuestión de la protección a las minorías religiosas o lingüísticas puede trascender, por ejemplo, de las cuestiones relativas a la libertad religiosa o a la

5 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/85, *Definition et classement des minorités (Mémorandum présenté par le Secrétaire général)*, de 27 de diciembre de 1949, pág. 5 a 7, párrafos 13 a 21.

6 Ibídem, pág. 8 y 9, párrafos 22 a 24.

7 Sobre el uso y significado del término “cultura” en ciencias sociales, ver MIRA, JUAN F.: “Cultura”, en DEL CAMPO, SALUSTIANO (ED.): *Tratado de Sociología*, Taurus, Madrid, 1988, 2^a ed., pág. 118 a 141.

8 ACHOUR, YADH BEN: *Souveraineté étatique et protection internationale des minorités*, R.C.A.D.I., Vol. 245, 1994/1, pág. 348 a 356; STAVENHAGEN, RODOLFO: “Les conflits ethniques et leur impact sur la société internationale”, R.I.S.S., Núm. 127, 1991, pág. 124; ver también, del mismo autor, STAVENHAGEN, R.: “Universal human rights and the cultures of indigenous peoples and other ethnic groups: The critical frontier of the 1990s” en EIDE, A. & HAGTVET, B.: *Human rights in perspective*, Blackwell Publishers, Oxford, 1992, pág. 137 a 141.

libertad de expresión, para circunscribirse en el terreno del respeto a la identidad minoritaria, o sea, en el ámbito donde el carácter étnico -o si se quiere colectivo o cultural- se despliega con toda su amplitud.

A esta idea responde la definición de “*etnia*” que utiliza SMITH⁹. ERMACORA por el contrario aborda los diversos tipos de minorías como compartimentos estancos claramente delimitados¹⁰, si bien señala la posible concurrencia de más de uno de estos tipos de minorías en un grupo determinado. Este autor, como gran parte de la doctrina, acota el concepto de minoría por la práctica internacional en esta materia; sin embargo, siguiendo a STAVENHAGEN y a BEN ACHOUR, nos parece adecuada y necesaria la reflexión sobre los conceptos de colectividad, cultura y etnicidad para buscar elementos de justificación y/o de crítica a la práctica internacional de circunscribir la protección a las minorías a grupos nacionales, étnicos, religiosos y lingüísticos -podríamos también añadir los términos raciales y culturales-.

Es pues esta idea de colectividad o comunidad étnica la que nos permite acoitar nuestra investigación a unas minorías concretas, excluyendo a otras -como las minorías políticas o las sexuales, por ejemplo-. Dando por supuesto, que no toda comunidad étnica es una minoría, -aunque sí a la inversa-, debiendo concurrir para que así sea un elemento de desproporción cuantitativa mayoría/minoría.

Es necesario además señalar que en ocasiones éstos criterios étnicos se darán por sí solos -y será entonces cuando hablaremos con propiedad de minorías étnicas-, mientras que en otras ocasiones la lengua o la religión se constituirán en el criterio dominante y determinante de la etnicidad, -constituyendo así, minorías religiosas o lingüísticas¹¹. Por eso, la existencia de fenómenos religiosos o lingüísticos minoritarios sin que tengan como base una colectividad étnica -o sea, sin elementos de etnicidad- nos sitúa en un terreno distinto al de la protección de la identidad propia de las minorías; la existencia de una religión

⁹ “A named human population with a myth of common ancestry, shared memories, and cultural elements; a link with a historic territory or homeland; and a measure of solidarity”, SMITH, ANTHONY D.: “The ethnic sources of nationalism”, en BROWN, MACHAEAL E. (ED.): *Ethnic conflict and international security*, Princeton University Press, Princeton, 1993, pág. 28 y 29.

¹⁰ ERMACORA, FELIX: *The protection of minorities before the United Nations*, R.C.A.D.I., Vol. 182, 1983/IV, pág. 293 a 296.

¹¹ En este sentido BEN ACHOUR señala que en ocasiones raza, lengua y religión pueden constituirse como criterios de etnicidad, aunque reconoce que lo “racial” se encuentra en gran parte cubierto por lo étnico. ACHOUR, YADH BEN: *Souveranité étatique...*, Op. Cit., pág. 348 y 349.

minoritaria no significa *per se* la existencia de una minoría religiosa, e igual ocurre cuando una lengua minoritaria no tiene una colectividad étnica de base.

Como hemos visto, tanto la práctica internacional como las ideas de colectividad y etnicidad, nos permiten fundamentar una primera restricción de las minorías a las nacionales, étnicas (que incluirán las raciales y culturales), religiosas y lingüísticas. Intentemos ahora, antes de entrar en el análisis de cada uno de estos tipos, señalar otros criterios de clasificación de las minorías, distintos de éste, que nos permitan una aproximación más ordenada y cierta del fenómeno minoritario.

2. -LOS CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LAS MINORÍAS

Tres grandes criterios son los empleados habitualmente por la doctrina para clasificar las minorías nacionales, étnicas, religiosas y lingüísticas: en primer lugar un criterio cuantitativo; después un criterio que atienda al grado de dispersión/concentración de las minorías; y en tercer lugar un criterio basado en el origen de las minorías.

2.1.-Clasificación cuantitativa

El criterio cuantitativo o numérico hace referencia a la relación proporcional entre la población total del Estado y el número de miembros que conforman la minoría. La utilidad de este criterio estriba, como veremos al analizar en el apartado siguiente el concepto de minoría, en su capacidad para determinar si estamos o no ante una minoría objetivamente considerada, o sea si estamos ante una comunidad étnica constituida por menos de la mitad de la población total de ese Estado.

Sin embargo, la utilización de este criterio debe hacerse, cuanto menos, matizada por otros dos elementos: en primer lugar, por la posición de la minoría en ese Estado -si tiene una posición dominante o si por el contrario se encuentra en una situación minorizada-; y en segundo lugar, por la composición global del Estado, o sea, por su grado de homogeneidad étnica, puesto que podemos encontrarnos ante un Estado donde no existe ninguna colectividad étnica mayoritaria o, en el extremo contrario, ante un Estado cuya homogeneidad étnica se ve fracturada por la existencia de una única comunidad minoritaria¹².

12 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/85, Op. Cit., pág. 22, párrafo 61.

Por otro lado, y como es lógico, los criterios utilizados para determinar la pertenencia de una persona a una minoría, , inciden de forma especial en los resultados de la aplicación de este criterio de clasificación, en tanto que el número de personas pertenecientes a una minoría será mayor o menor según el modelo seguido para la determinación a esa minoría.

En otro sentido, este criterio nos permite también realizar una ordenación objetiva de las minorías según el número de sus miembros, a los efectos de elaborar una escala paralela de derechos. En palabras de EIDE, en el marco del Grupo de Trabajo sobre las minorías de la Subcomisión, “*Algunas minorías son importantes, otras intermedias y algunas muy pequeñas. Parece justificarse una cierta diferenciación de derechos según la magnitud del grupo*”¹³, y así, cuanto mayor sea el número de miembros de una minoría de más derechos gozarán estos, y viceversa, hasta excluir de toda protección a minorías cuya composición numérica sea tan insignificante que sería desproporcionado obligar al Estado al respeto de derechos especiales -y en especial, a realizar acciones positivas- para la misma¹⁴.

En otro documento, también redactado por EIDE, se incide en la cuestión inversa al referirse a aquellas mayorías a las que les “*resulta imposible ejercer sus derechos a través de los procesos democráticos normales*” dada su dispersión y marginación: estas mayorías oprimidas o en situación no dominante deben ser objeto de protección hasta que se logre reequilibrar el funcionamiento democrático y que “*logren, gracias a su fuerza numérica, una influencia decisiva en la adopción de decisiones democráticas en el seno de la sociedad*”¹⁵.

13 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/AC.5/1996/WP.2, *Clasificación de las minorías y diferenciación de sus derechos, Documento de trabajo presentado por el Sr. ASBJORN EIDE*, de 6 de marzo de 1996, pág. 11, párrafo 33. Esta es la idea-fuerza sobre la que se articula este documento de trabajo: “*concebir distintos conjuntos de derechos para distintos tipos de grupos, según criterios objetivos que justifiquen distinciones razonables*”,(Ibidem, pág. 3, párrafo 4) y una de estas distinciones objetivas se traduce del criterio de clasificación numérico o cuantitativo.

14 En este sentido, en el Seminario de Ohrid uno de los participantes propuso la definición del término “minoría” como “*un grupo de ciudadanos, de magnitud suficiente para perseguir unos fines comunes,...*”; ONU, Doc. ST/TAO/HR/49, *Seminario sobre la promoción y la protección de los derechos humanos de las minorías nacionales, étnicas y de otro tipo*, Ohrid, Yugoslavia, 1974, pág. 8, párrafo 36. Aunque como señala CAPORTTI “*En principio, incluso un grupo poco numeroso tiene derecho a reclamar la protección prevista por el artículo 27, dentro de los límites en que parezca razonable obtener del Estado medidas especiales de protección*”; CAPORTTI, F.: *Estudio sobre los derechos de las personas pertenecientes a minorías étnicas, religiosas o lingüísticas*, Naciones Unidas, Nueva York, 1991, pág. 12, párrafo 56.

15 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/1992/37, *Posibles medidas para facilitar la solución pacífica y cons-*

Este recurso al criterio cuantitativo para graduar los derechos de las minorías ya fue utilizado, como vimos, en el sistema articulado en torno a la Sociedad de Naciones, si bien con carácter excepcional: así, en los tratados de minorías, se establecía el derecho a participar en los beneficios de la distribución de los fondos públicos que los presupuestos designen para actividades educativas, religiosas o benéficas “*en las ciudades o distritos donde resida una proporción considerable de nacionales (polacos) que pertenezcan a minorías étnicas, religiosas o lingüísticas...*”¹⁶. La ausencia de datos sobre la práctica de esta disposición y sobre la interpretación de la ambigua expresión “una proporción considerable” hace que no podamos formular más juicio sobre la misma que el que se extrae de la interpretación doctrinal consistente en equipararla “*por lo menos, a una quinta parte de la población del país*” citada por CAPOTORTI¹⁷.

La Declaración de la Asamblea General sobre los derechos de las personas pertenecientes a minorías de 1992 no establece ninguna gradación de derechos en relación con el número de miembros de las minorías, aunque la laxitud con que se enuncian las obligaciones del Estado, en su artículo 4, con términos como “*adoptar las medidas apropiadas*” o “*siempre que sea posible*” o “*deben examinar la posibilidad de adoptar medidas*”, etc., permite una gradación de los derechos de las personas pertenecientes a las minorías enunciados en el artículo 2, atendiendo a elementos objetivos como la magnitud de la minoría. Esta es según EIDE, la actuación “*que mejor se adapta a las prácticas que van surgiendo en las Naciones Unidas*”¹⁸, aunque algunos autores consideran más adecuado hablar de una variación en el ejercicio de los derechos dependiendo de la situación de las minorías, que no de una variación de los derechos¹⁹.

tructiva de los problemas en que intervienen minorías -segundo informe sobre la marcha de los trabajos presentado por el Sr. ASBJORN EIDE -, 1 de julio de 1992, pág. 14, párrafo 57.

16 Artículo 9 del Tratado entre EE.UU., el Imperio Británico, Francia, Italia, Japón y Polonia, firmado en Versalles el 28 de junio de 1919. SOCIEDAD DE NACIONES, Doc. C.L.110.1927.I (Anexe), *Protection des minorités (...) par la Société des Nations: Recueil des stipulations contenues dans les instruments internationaux actuellement en vigueur* - Publicación SDN I.B.Minorités.1927.I.B.2, Ginebra, Agosto 1927, pág. 44. Esta disposición aparece en términos similares en el resto de tratados de minorías.

17 La cita en cuestión es de SHUMAN, F. L.: *International Politics. An introduction to Western State System*, McGraw-Hill, Nueva York, 1933, pág. 316, y esta recogida en CAPOTORTI, F.: *Estudio sobre los...*, Op. Cit., pág. 20, nota 20.

18 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/AC.5/1996/WP.2, Op. Cit., pág. 3, párrafo 4.

19 Así se manifestaron los profesores HANNUM y THORNBERRY en los debates del documento presentado por EIDE en el seno del Grupo de Trabajo sobre minorías de la Subcomisión. ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/1996/28, *Informe del Grupo de Trabajo sobre las Minorías acerca de su segundo período de sesiones (Ginebra, 30 de abril a 3 de mayo de 1996)*, de 8 de julio de 1996, pág. 38, párrafo 160.

2.2. Clasificación según el grado de concentración / dispersión

El segundo criterio de clasificación de las minorías es su grado de concentración -o de dispersión- sobre el territorio de un Estado; lo que en el Memorándum sobre definición y clasificación del Secretario General de 1949 se denomina “*clasificación desde el punto de vista de la proximidad*”²⁰. La importancia de este elemento estriba en la posibilidad de distinguir entre minorías con base territorial y minorías dispersas. Como veremos, en el marco de reivindicaciones y aspiraciones de las denominadas minorías territoriales, será habitual encontrar la reclamación de derechos vinculados con el ejercicio del poder político del territorio tales como la autonomía local o regional y eventualmente también, la reclamación del derecho a la libre determinación de los pueblos.

La ausencia de base territorial aparece en la práctica como un problema para el reconocimiento y ejercicio de los derechos propios de las personas pertenecientes a minorías, motivo éste por el que algunas organizaciones internacionales han prestado especial atención a los problemas de determinadas minorías dispersas. En este sentido es importante destacar la amplia actividad que en el marco de la Organización para la Seguridad y Cooperación en Europa se ha desarrollado, de forma autónoma y específica, con la minoría gitana²¹; esta minoría, dispersa sobre la totalidad del territorio europeo, cuenta con formas de vida propias basadas en el carácter nómada de sus actividades, que configuran parte importante de su identidad étnica diferenciada.

Esta distinción articulada sobre el grado de dispersión de una minoría nos traslada a dos modelos de minorías cuyas aspiraciones y pretensiones suelen no coincidir: por un lado las minorías concentradas, también denominadas “*grupos que viven en comunidad*” y éstas según EIDE “*pretenden presentarse como un “pueblo”*”, frente a las minorías dispersas cuya “*preocupación fundamental es el mantenimiento de su cultura, mediante el establecimiento de asociaciones culturales, y el derecho a usar su idioma y practicar su religión*”²². En los casos en que una minoría se encuentre en una situación mixta, en la que parte de su población vive en comunidad en una determinada región o parte del territorio de un Estado, y el resto de esa minoría se encuentre dispersa en el conjunto del

20 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/85, Op. Cit., pág. 23, párrafos 63 a 65.

21 Prueba de ello es el establecimiento del C.P.R.S.I. –Contact Point for Roma and Sinti Issues– en Varsovia, dependiendo de la Oficina de Instituciones Democráticas y Derechos Humanos (OIDDH/OSCE), cuyo asesor actual es NICOLAE GHEORGHE.

22 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/1992/37, Op. Cit., pág. 16, párrafos 66 a 70.

Estado, estas diferentes pretensiones y objetivos suelen llevar a conflictos intra-grupales, entre los miembros de las minorías. Así, las pretensiones territoriales (ya sean a la autonomía o a la secesión) de los miembros de la minoría que viven en comunidad siendo la mayor parte de la población de una región, pueden ser interpretadas como contraproducentes y contrarias a sus pretensiones de no discriminación por parte del resto de miembros de esa minoría que viven dispersos por el territorio del Estado y que ven con ello agravada su situación²³.

Sin duda este elemento también nos permite una ordenación de derechos a las minorías, puesto que como señala EIDE “*es comprensible y justificable que los grupos que viven en contigüidad territorial tengan derechos más amplios que los otros*”²⁴; aunque la justificación más lógica de esta distinción en el disfrute de derechos estriba en un dato tan simple como que las minorías dispersas, por su propia naturaleza, no pueden beneficiarse de derechos que presupongan la existencia de una base territorial, como por ejemplo la autonomía local o regional. Más discutidos serán otros derechos como el de participar en los beneficios de los fondos públicos para actividades educativas, religiosas o de caridad, puesto que la base territorial y la magnitud numérica de la minoría sobre la misma no son datos necesarios ni determinantes para el disfrute proporcionado de estos derechos.

Este elemento, como venimos viendo, nos permite la clasificación de las minorías en una diversidad de categorías distintas dependiendo de los diversos grados de concentración y dispersión que se den en cada minoría. Así, siguiendo los ocho modelos o categorías que propone el Secretario General en su memorándum de 1949²⁵, podemos ordenarlas en grandes grupos según respondan a minorías concentradas, dispersas o a situaciones mixtas.

- En primer lugar, encontramos tres tipos de minorías concentradas:
 - a) Minorías que constituyen efectiva o aproximadamente la totalidad de la población de un sector del país;
 - b) Minorías que constituyen la mayor parte de la población de un sector del país;

23 ONU, Doc. E/CN.4/sub.2/1992/37, Op. Cit., pág. 16, párrafos 68 y 69.

24 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/AC.5/1996/WP.2, pág. 12, párrafo 35 *in fine*.

25 ONU, E/CN.4/Sub.2/85, Op. Cit., pág. 23, párrafo 64.

- c) Minorías establecidas en un sector del país y que no constituyen más que una pequeña parte de la población de ese sector;
- En segundo lugar, la situación mixta, que puede darse en diversos grados, bien sea mayoritaria la población que vive concentrada o la que vive dispersa:
 - d) Minorías donde ciertos miembros viven en un sector del país, pero los otros están diseminados sobre todo el territorio restante;
- En tercer lugar, tres categorías, que no son excluyentes, de minorías dispersas:
 - e) Minorías establecidas en diversos sectores diferentes de un país, en proporciones diferentes para cada sector;
 - f) Minorías diseminadas sobre todo el territorio del país;
 - g) Minorías diseminadas sobre una gran parte del territorio de un país, pero no sobre la totalidad de ese territorio;
- Y por último un fenómeno especial, que se da tanto en minorías dispersas como concentradas y que tiene especial relevancia internacional:
 - h) Minorías que habitan en parte en el territorio del país y en parte en fuera de ese territorio.

Esta última categoría puede desglosarse en distintas subcategorías: Cuando esta comunidad étnica sea minoritaria en los dos o más Estados en los que se encuentra pero sin continuidad territorial, este sería por ejemplo el caso de los gitanos o de los judíos en Europa; cuando estando en minoría en los Estados en que se encuentre sí que exista esa contigüidad territorial o concentración; y cuando, existiendo contigüidad territorial en un Estado se esté en situación minoritaria mientras que en el otro se esté en situación mayoritaria y hegemónica: este último es el modelo típico de los fenómenos minoritarios durante el período de entre-guerras en Europa²⁶.

26 Sobre esta categoría de minorías y sus posibles subdivisiones ver también ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/85, Op. Cit, pág. 28, párrafos 84 a 87.

Otra cuestión estrechamente relacionada con el elemento de concentración/dispersión que estamos tratando, es la de los denominados grupos de enclave. Siguiendo el documento de trabajo preparado para la Subcomisión por EIDE para esta cuestión²⁷, los grupos de enclave son “*grupos de personas pertenecientes a un grupo étnico, religioso o lingüístico que han vivido tradicionalmente en la zona y que se diferencian de la población general que les rodea actualmente; que están sometidos a dificultades especiales a causa de las limitaciones que se les imponen, más graves que las limitaciones que se aplican a los miembros de la mayoría o a los grupos dominantes de la zona en cuestión, o que tienen temor de que los miembros de la mayoría o del grupo dominante les ataque o someta a malos tratos, sin poder recurrir a una protección efectiva e imparcial de la policía local y otros agentes de la ley*”²⁸.

Este concepto de grupos de enclave es elaborado por EIDE desde la práctica de estos fenómenos: en concreto la práctica histórica de los pueblos deportados tras la Segunda Guerra Mundial en la URSS -kamurdos, tártaros de Crimea, alemanes del Volga, turcos de Meshjetian, coreanos, griegos y kurdos-; la situación vivida en la República de Bosnia y Herzegovina por grupos musulmanes en zonas bajo control serbio; y la población greco-chipriota en la región de Karpas bajo control turco-chipriota, por ejemplo. Así, los grupos de enclave se nos presentan como fenómenos de exclusión o segregación normalmente vinculados al control territorial durante conflictos bélicos con un componente étnico importante, y donde la imposición de funestas condiciones de vida, la inseguridad constantes y la prohibición o imposibilidad de abandonar el territorio determinan un fenómeno especial de violación de derechos humanos y de las minorías.

2.3. Clasificación por el origen de la minoría

El tercer criterio de clasificación de las minorías atiende a la procedencia u origen de las minorías, combinando dos elementos: por un lado, el carácter

27 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/1995/34, *Protección a las minorías, Grupos de enclave -Documento de trabajo preparado por el Sr. ASBJORN EIDE, de conformidad con la decisión 1994/113 de la Subcomisión-*, de 21 de julio de 1995.

28 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/1995/34, pág. 6, párrafo 24. Quedan pues excluidos por tratarse de otra cuestión los denominados “*enclaves internacionales*” cuyo ámbito no se ajusta a las cuestiones que estamos tratando. Estos, en el documento, son definidos como “*partes aisladas del territorio de un Estado extranjero, rodeado totalmente por el territorio de otro Estado (el Estado circundante) de modo que no tiene comunicación por superficie con el territorio del Estado al que pertenece (Estado principal) como no sea a través del territorio del Estado circundante*”, ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/1995/34, Op. Cit., pág. 1 y 2, párrafo 3.

forzoso o voluntario del grupo minoritario; y por otro, si estamos ante minorías asentadas en ese Estado o ante nuevas minorías. Estos elementos se presentan, por lo general, como paralelos, especialmente en la identificación de las denominadas “nuevas minorías” con grupos humanos que se han desplazado voluntariamente al territorio del Estado donde son minoría. Sin embargo el análisis estricto del origen o procedencia de las minorías nos presenta una tipología más variada que estas dos grandes categorías; así, en el memorándum del Secretario General de 1949 atendiendo al “*punto de vista del origen y de la situación en relación con el Estado*” se señalan tres categorías distintas de minorías, a saber: “*a) Minorías descendientes de grupos que existían antes de la creación del Estado; b) Minorías descendientes de grupos que pertenecían anteriormente a otros Estados, pero que han sido, posteriormente, anexadas al Estado por medio de un acto internacional como, por ejemplo, un tratado de ajustes territoriales; c) Minorías formadas por personas de origen, de lengua, de religión, de cultura común, etc... que han migrado o han sido llevadas a un país habiéndose convertido en nacionales del Estado; o por sus descendientes*”²⁹. Esta clasificación es utilizada por el Secretario General para exponer una gradación de derechos paralela: así, mientras no existe ninguna duda que las minorías de la categoría a) tienen el derecho a reivindicar medidas especiales; en el caso de las minorías de la categoría b) este derecho dependerá en buena medida del contenido del instrumento internacional mediante el que se haya producido la trasferencia -anexión o cesión- territorial; por último, en relación con las minorías de la categoría c), “*constituidas por inmigrados o por sus descendientes*”, señala que por lo general no tienen derecho a medidas especiales de protección de su identidad³⁰.

En el mismo documento se distingue más adelante entre minorías que se han puesto bajo la autoridad del Estado de forma voluntaria, de las que han sido forzadas a hacerlo. Concluye también, con una argumentación similar a la anterior, que las minorías forzadas tendrán derecho a reclamar medidas especiales de protección -aunque el tiempo transcurrido desde la anexión o traslado forzoso será un factor importante a tener en cuenta, así como si la voluntad de conservar la identidad propia se ha mantenido a lo largo de este tiempo-, mientras que este derecho estará en principio excluido para las minorías voluntarias³¹.

29 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/85, Op. Cit, pág. 26, párrafo 75.

30 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/85, Op. Cit., pág. 26, párrafos 77 a 79.

31 ONU, Doc. E/CN.4/sub.2/85, Op. Cit., pág. 27 y 28, párrafos 80 a 83.

En el seminario de Ohrid ambos elementos se hicieron coincidir, distinguiéndose entre las que se denominaban minorías “históricas”, “clásicas” o “involuntarias”, de las minorías “por elección”, “voluntarias” o “nuevas”. Expresándose opiniones sobre el diferente grado de protección de ambos grupos que coinciden con las expresadas en el memorándum de la Secretaría General³². Más recientemente, en documentos del grupo de trabajo sobre minorías también se apunta a una gradación de derechos, aunque no tan radical, entre minorías “asentadas” y “nuevas minorías”³³. En este documento EIDE se muestra además a favor de considerar como minorías a los grupos que “*ingresaron en un territorio durante un período de tiempo en el que éste no era controlado por la población local, por ejemplo en épocas coloniales o durante prolongados períodos de ocupación*”; y no como “nuevas minorías” sino como minorías “asentadas” y por ello con plenitud de derechos para conservar su identidad diferenciada, que es de suponer fue la identidad dominante durante la época de dominación -colonial o no³⁴.

La distinción radical entre los derechos de las “nuevas minorías” y los de las minorías “asentadas” que atribuían a las primeras únicamente el derecho a la no discriminación, mientras que tan sólo las asentadas gozarían de medidas especiales de protección, se ha ido superando progresivamente por una interpretación más matizada. Las iniciales interpretaciones restrictivas, por parte de los Estados, de la expresión “*En los Estados en que existan minorías...*” del art. 27 del Pacto internacional de derechos civiles y Políticos, según la cual las “nuevas minorías” no eran objeto de protección de este artículo, han dejado paso a una interpretación más dinámica y graduada³⁵. De acuerdo con esta nueva tendencia las “nuevas minorías”, formadas por trabajadores migrantes, tendrían derecho a usar su propio idioma *inter se*, pero no en sus relaciones con la administración (con la única excepción de la posibilidad de interprete ante la jurisdicción penal si el procesado desconoce la lengua del Tribunal); tendrían derecho a poder educar a sus hijos en su lengua propia pero sin que esta educación se financie con fondos públicos; y tendrán también derecho a la práctica pública de su culto religioso³⁶.

32 ONU, Doc. ST/TAO/HR/49, Op. Cit., pág. 7 y 8, párrafos 33 y 38 respectivamente.

33 ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/AC.5/1996/WP.2, Op. Cit., pág. 12, párrafo 37.

34 Ibídem, pág. 12 y 13, párrafo 38.

35 Así se extrae por ejemplo del Segundo informe sobre los trabajos relativos a las posibles medidas para facilitar la solución pacífica y constructiva de los problemas en que intervienen minorías, en el que su relator propone incluir estos grupos en el ámbito del estudio. ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/1992/37, Op. cit, pág. 15, párrafo 65.

36 En este sentido, Ibídem, pág. 21 y 22, párrafos 28 a 32.

Parece además que ya no se duda sobre la posibilidad que estas “nuevas minorías” puedan ser consideradas minorías si reúnen los requisitos que conforman este concepto. La voluntariedad, muy criticable, del fenómeno de la migración económica hace que también este radicalismo inicial deba matizarse, como señala CHERNICHENKO en el marco del grupo de trabajo sobre minorías: “*Carece de importancia si las distintas minorías han surgido como resultado de una migración económica, el traslado de una parte de la población de un país a otro país a raíz de catástrofes naturales o de cataclismos sociales, etc.*”³⁷.

2.4. Otros criterios de clasificación

Existen otros criterios de clasificación como la distinción entre minorías en Estados monoétnicos o pluriétnicos; la distinción entre minorías formadas por nacionales de las formadas por extranjeros; la clasificación según las aspiraciones de la minoría distinguiendo en especial las que quieren secesionarse de su Estado de las que buscan una respeto a su identidad en un marco de lealtad y respeto a la integridad territorial del Estado; por ejemplo. Sin embargo estos criterios o bien se encuentran integrados en los que ya hemos visto, o bien inciden más sobre el concepto del término “minoría” que sobre la clasificación de éstas, por lo que serán abordados en posteriores ocasiones.

Bibliografía

- ACHOUR, Yadh Ben: ”Souveraineté étatique et protection internationale des minorités”, R.C.A.D.I., Tomo 245, 1994/I, pág. 321 a 464.
- ALFREDSON, G & TÜRK, Danilo: “*International mechanisms for the monitoring and protection of minority rights: their advantages, disadvantages and interrelationships*”, en BLOED, A.; LEICHT, L.; NOWAK, M.; ROSAS, A.: *Monitoring human rights in Europe -comparing international procedures and mechanisms*, Martinus Nijhoff Publishers & Innernational Helsinki Federation for Human Rights, Dordrecht, 1993, pág. 169 a 186.
- ALFREDSSON, G. & MACALISTER-SMITH, P.: *The Living Law of Nations (Essays on refugees, minorities, Indigenous peoples and the human rights of other vulnerable groups, in memory of Atle Grahl-Madsen)*, N.P. Engle Publisher, Kehl, 1996.

37 ONU; Doc. E/CN.4/Sub.2/AC.5/1996/WP.1, *Definición de minorías – Documento de trabajo presentado por el Sr. stanislav Chernichenko*, de 14 de febrero de 1996, pág. 2 y 3, párrafo 3.

ASOCIACIONES PARA LAS NACIONES UNIDAS, FEDERACIóN MUNDIAL: *Informe. Minorías en Europa. Derechos políticos, económicos, sociales, culturales, humanitarios, religiosos y lingüísticos*, 14a Conferencia Regional de Asociaciones europeas para las Naciones Unidas, Ginebra, 7-9 de noviembre de 1994.

BAGLEY, T.H. : *General principles and problems in the protection of minorities -A political study-*, Université de Genève – IUHEI, Theèse núm. 17, Imprimeries Populaires, Ginebra, 1950, 222 págs.

BETTATTI, Mario : “*Un droit d’ingérence ?*”, R.G.D.I.P., Vol. 95/3, 1991, págs. 639 a 670.

BLOCH, Anne-Christine: “*Minorities and indigenous peoples*”, en EIDE, A.; KRAUSE, Catarina; ROSAS, Allan (Eds) : *Economic, Social and Cultural Rights -A textbook-*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1995, págs. 309 a 321.

BOTHE, M. : “*The legitimacy of the use of force to protect peoples and minorities*”, en BRÖLMANN, C.; LEFEBER, R.; ZIECK, M.: *Peoples and minorities in international law*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1993.

BRÖLMANN, Catherine; LEFEBER, René; ZIECK, Marjoleine: *Peoples and Minorities in International Law*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1993, 384 págs.

BROWNLIE, Ian: “*Treaty protection of national minorities*”. en BROWNLIE, I.: *Principles of public international law*, Clarendon Press, Oxford, 4 ed., 1990, págs. 565 a 567.

BRUEGEL, J.W.: “*A neglected field: the protection of minorities*”, R.D.H./H.R.J., París, Vol. 4, Núm. 2-3, 1971, págs. 413 a 442.

CAPOTORTI, F.: “*Are minorities entitled to collective international rights?*”, en DINSTEIN, Y. and TABORY, M.: *The protection of minorities and human rights*, Martinus Nijhoff publishers, Dordrecht, 1992.

CAPOTORTI, Francesco: “*Minorities*”, en BERNHARDT, R. (Dir.), Encyclopedia of Public International Law, Elservier Science Publishers, North-Holland, Vol. 8, 1985, págs. 385 a 395.

CAPOTORTI, Francesco: *Estudio sobre los derechos de las personas pertenecientes a minorías étnicas, religiosas y lingüísticas*, Naciones Unidas, Nueva York, 1991 (ONU, Doc. E/CN.4/Sub.2/384/rev. 1, Anexo 1).

CAPOTORTI, Francesco: “*The protection of minorities under multilateral agreements on Human Rights*”, I.Y.I.L., Vol. 2 -1976, págs. 3 a 32.

CASTELLÀ, S. La protección internacinoal de las minorías. Tarragona: Silva editorial, 2002

CASTELLÀ, S.:La protección internacional de las minorías. In La protección internacional de los derechos humanos en los albores del siglo XXI (pp. 659–686). Bilbao: Universidad de Deusto, 2004

CHANDRA, Satisch (Dir.): *International protection of minorities*, Mittal Publications, Delhi, 1986.

CHARRITTON, P.: *Le droit des peuples à leur identité*, Fides, Montreal, 1985.

CHASZAR, Eduard: *The international problem of national minorities*, Indiana University of Pensylvania, 1991, 2^a Ed.

CLAUDE Jr., Inis L.: *National Minorities, An international problem*, Cambridge, Harvard University Press, 1955.

CLAYDON, John: “*The Transnational protection of ethnic minorities: a tentative framework for inquiry*”, CYIL / ACDI, Vol. 13, 1975, pág. 25 a 60.

CONETTI, Giorgio: “*Diritti dei gruppi etnici e tutela delle minoranze nel diritto internazionale.. Gli sviluppi dopo la seconda guerra mondiale*”, en AWR-Bulletin, Association for Study of the World Refugee, Vol. 32 (1/2), 1994, pág. 24 a 34.

CONSEJO GENERAL DEL PODER JUDICIAL ESCUELA JUDICIAL: *De-rechos de las minorías en una sociedad multicultural*, Cuadernos de Derecho Judicial, Madrid, 1998.

CONTRERAS, J. M. : Las Naciones unidas y la protección de las minorías religiosas : de la tolerancia a la interculturalidad. Valencia: Tirant lo Blanch, 2004

De ZAYAS, Alfred M.: “*The international judicial protection of peoples and minorites*”, en BRÖLMANN, Catherine; LEFEBER, René; ZIECK, Marjoleine : *Peoples and Minorities in International Law*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1993, 384 pág.

DELGRANGE, Xavier: “*La protecció de les minories: Mecanismes institucionals i jurisdiccionals*”, en Seminari sobre la Bèlgica Federal, Institut d' Estudis Autòmics, Barcelona, 1984, pág. 57 a 106.

DEMICHEL, André: “*L'évolution de la protection des minorités depuis 1945*”, R.G.D.I.P., 1960/I, pág. 22 a 51.

DINSTEIN, Y. & TABORY, M. (Eds.) : *The protection of minorities and human rights*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1992. (También en ISRAEL YEAR BOOK OF HUMAN RIGHTS, Vol.20, 1990, pág. 9 A 364).

- DONNELLY, J.: “*Third generation rights*”, en BRÖLMANN, C. et alt. (Eds.): *Peoples and minorities in international law*, Martinus Nijhoff publishers, Dordrecht, 1993, pág. 119 a 150.
- DUPUY, Pierre-Marie: “*Droits des Minorités*” en DUPUY, P. M.: *Droit International Public*, Précis Dalloz, 2 éd., 1993, pág. 201 et ss.
- EIDE, Asbjorn: *New approaches to minority protection*, MRG-Report , 4/1993.
- FAWCETT, James: “*Intervention to protect minorities*” (1978), en WHITAKER, Ben (Ed.): *Minorities: A question of human rights ?*, Pergamon Press, Oxford, 1984, pág. 69 a 77.
- FAWCETT, James: *The international protection of minorities*, MRG-Report 41, 1979.
- FENET, Alain: “*La question des minorités dans l'ordre du droit*”, En VARIOS AUTORES Groupement pour les droits des minorités : *Les minorités à l'age de l'Etat-Nation*, Fayard, París, 1985.
- FENET, Alain: *Les minorités et leurs droits depuis 1789*, Etudes reunies par A. FENET et Gerard SOULIER. Edité par le Centre des Relations Internationals et des Sciences politiques d'Amiens(CRISPA) et le Groupement pour les droits des minorités (GDM), Editions L'Harmattan, París, 1989.
- FRISH, A.: *Les devoirs des minorités*, Documents, Núm. 5, 1990, pág. 27 a 29.
- GAYIM, Eyassu and MYNTTI, Kristian: *Indigenous and tribal people's rights -1993 and after*, Publication of the Northern Institute for Environmental and Minority Law at the University of Lapland, Rovaniemi, 1995.
- GEORGE, Pierre: *Geopolítica de minorías*, Oikos-Tau, Barcelona, 1985, 135 pág. (Versión original en francés publicado por PUF en la colección “Que sais-je?”).
- GIORDAN, Henri: *Les minorités en Europe, Droits linguistiques et droits de l'homme*, Kimé, París, 1992.
- GJIDARA, Marc: “*Cadres juridiques et regles applicablers aux problemes europeens de minorités*”, A.F.D.I., XXXVII, 1991, pág. 349 a 386.
- GONZÁLEZ VEGA, Javier A.: “*La protección internacional de las minorías en Europa Especial referencia a la situación en la antigua Yugoslavia*”, Cursos de Derecho Humanos de Donostia San Sebastian, Universidad del País Vasco, 1998, Vol. I, pág. 49 a 104.
- GONZÁLEZ, E., & RUIZ VIEYTEZ, E. : La definición implícita del concepto de minoría, 2012

- GURR, T.R. & SCARRIT, James R.: “*Minorities rights at risk: A global survey*”, Human Rights Quarterly 11, 1989, pág. 375 a 405.
- GURR, Ted Robert: *Minorities at risk -A global view of ethnopolitical conflicts*, United States Institut of Peace Press, Washington, 1993.
- HAILBRONNER, Kay: “*The legal status of population groups in a multinational state under public international law*”, en DINSTEIN, Y. & TABORY, M.: *The protection of minorities and human rights*, Martinus Nijhoff Publishers, 1992, pág. 117 a 144.
- HEINZ, Wolfgang S.: *Indigenous populations, ethnic minorities and human rights*, Saarbrücken, Breitenbach cop., 1988.
- HERMAN, Patrick et REMACLE, Eric: “*Vers un nouveau droit des minorités ?*”, en ASSOTIATION DROIT DES GENS : *A la recherche du nouvel ordre mondial, Tome I : Le Droit international à l'épreuve*, Edition Complexe, 1993, pág. 123 a 157.
- HORN, Frank: “*Recent attempts to elaborate standards on minority rights*”, en BRING, Ove and MAHMOUDI, Said : *Current International Law Issues Nordic perspectives*, Essays in honour of Jerzy Sztucki, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1994, pág. 81 a 108.
- IJGYARTO, Istvan: “*Codification of minority rights*”, en CUTHBERTSON, Ian M. and LEIBOWITZ, Jane: *Minorities: The New Europe's Old Issue*, Institute for Eastwest Studies, Nueva York, 1993, pág. 273 a 284.
- IMAN, Mohammed (Ed.): *Minorities and the law*, Indian Law Institute, Bombay, 1972.
- ISRAEL YEAR BOOK OF HUMAN RIGHTS: “*International Legal colloquium on the protection of minorities and human rights*”, Vol.20, 1990, pág. 9 A 364. También en DINSTEIN, Y. & TABORY, M. (Eds.) : *The protection of minorities an human rights*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1992.
- KLEIN, E.: “*The protection of minorities: conception and implementation*”, Law and State, Vol. 44, 1991, pág. 79 a 91.
- KLY, Y.N. (Ed.): *A popular guide to minority rights*, International Human Rights Association of American Minorities (IHRAAM) and Clarity Press, Inc., Canada & Atlanta, 1995.
- KOCH, Koen: “*The international community and forms of intervention in the field of minority rights protection*”, en CUTHBERTSON, Ian M. and LEIBOWITZ, Jane: *Minorities: The New Europe's Old Issue*, Institute for Eastwest Studies, Nueva York, 1993, pág. 253 a 272.

- KRISTITICH, Dragolioub: *Les minorités, l'Etat et la communauté internationale*, Librairie Arthur Rousseau, París, 1924.
- KUNZ, J.L.: “*The future of the International Law for the protection of national minorities*”, A.J.I.L., Vol.39, 1945, pág. 89 a 95.
- KUNZ, Joseph: “*The present status of International Law on the protection of minorities*”, A.J.I.L., Vol 48, 1954, pág. 282 a 287.
- LADROR LEDERER : *International group protection*, Leyden, 1968.
- LANNUNG, Hermod: “*The rights of minorities*”, en VARIOS AUTORES: *Mélanges offerts à Polys Modinos*, Pedone, París, 1968, pág. 181 a 195.
- LERNER, Natan : “*The evolution of minority rights in international law*”, en BRÓLMANN, Catherine; LEFEBER, René; ZIECK, Marjoleine: *Peoples and Minorities in International Law*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1993.
- LERNER, Natan: “*El grupo y su protección en Derecho Internacional*”, A.D.I., Vol. VII, 1983-84, pág. 17 a 38.
- LERNER, Natan: “*From protection of minorities to group rights*”, Israel Yearbook on Human Rights, Vol.18, 1988, pág. 101 a 120.
- LERNER, Natan: *Group rights and discrimination in law*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1991.
- LIPPAI, Imre: *Protège-t-on vraiment les minorités?*, Edition de la Federation Nationale Hongroise, Budapest, 1936.
- LOWE, M.F.: *International Organization and the protection of minorities*, I.U.H.E.I., Genève, 1976.
- LUCIEN-BRUN, Jean: *Le problème des minorités devant le droit international*, Spes, París, 1923.
- MACARTNEY, C. A.: *National States and National Minorities*, Russel and Russel, Nueva York, 1968.
- MARIÑO MENÉNDEZ, F. M.; FERNÁNDEZ LIESA, CARLOS M.; Y DÍAZ BARRADO, CÁSTOR R.: *La protección internacional de las minorías*, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Colec. Estudios Núm. 37, Madrid, 2001.
- MARIÑO MENÉNDEZ, Fernando : “*Los Pueblos*” en MARIÑO, F.: *Derecho internacional público Parte general*, Trotta, 1993, pág. 177 a 183.
- MARIÑO MENÉNDEZ, Fernando : “*Protección de las minorías y Derecho internacional*”. en VARIOS AUTORES: *Derechos de las minorías y de los*

grupos diferenciados”, Escuela Libre Editorial Fundación ONCE, Madrid, 1994, pág. 163 a 190.

MEDDA-WINDISHER, R. : Fundamentos para la protección de antiguas y nuevas minorías, gestión de la diversidad en sociedades tradicionalmente divididas. In E. RUIZ VIEYTEZ & G. URRUTIA (EDS.): Derechos Humanos en contextos multiculturales ¿Acomodo de derechos o derechos de acomodo? (pp. 67–98). Bilbao: Alberdania, 2010

MOSKOV, Athanase: *La garantie internationale en droit des minorités*, Etablissemens Emile Bruylant, Bruselas, 1936.

PALLEY, Claire : ”*Constitucional Law and minorities*”, MRG-Report, Núm. 36, Londres, 1978.

PELAYO, J. : Las minorías en el sistema de Naciones Unidas. In A. M. Marcos del Cano (Ed.), Inmigración, multiculturalismo y derechos humanos (pp. 385–411). Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED : Tirant lo Blanch, 2009

PETSCHEN, S. : La cuestión de las minorías nacionales en el sistema de cooperación europeo. In Cursos de Derecho Internacional y Relaciones Internacionales de Vitoria-Gasteiz 2009 (pp. 133–184). Universidad del País Vasco, 2010

PETSCHEN, Santiago : “*Le minoranze nella nuova struttura giuridico-politica tra le due guerre. Una perspectiva adiena.*”, En Peri, V. (Dir.): *Le Minoranze nella milteleuropa, 1990-1945*, Instituto per gli incontri culturali milteleuropa, Atti del XXIV Convegno, Gorizia 6-7-8 Dic. 1990.

PETTITI, Louis: “*La protection des minorités en cas de conflit interne*”, en Héctor Gros Espiell Liber Amicorum, Bruylant, Bruselas, 1997, en Héctor Gros Espiell Liber Amicorum, Bruylant, Bruselas, 1997, pág. 1115 a 1137.

PHILLIPS, A. y ROSAS, A. (EDS) : *Universal minority Rights*, Abo Akademi University Turku-Abo, M.R.G Londres, 1995.

PREVELAKIS, G. “*La lutte des minorités, une réponse à la lutte des classes?*”, en SANGUIN, A.L.(Dir): *Les minorites ethniques en Europe*”, L’Harmattta, París, 1993, pág. 49 a 51.

QURAISHY, B. : “*Abuse of minority’s rights in Europe*”, R.I.A., Belgrado, Vol. 42, Núm 988, 5.Junio.1991, pág. 8-9.

QURAISHY, B. : ”*L’abus des droits des minorités en Europe*”, R.P.I., Núm.990-994, 1991, pág. 23-25.

- RAMAGA, Philip Vurici : “*The Group concep in Minority Protection*”, H.R.Q., Vol. 15, pág. 575-588.
- RAMCHARAN, B.G.: “*Vulnerable Groups: Minorities*”, en RAMCHARAN, B.G.: *The concept and present status of the international protection of human rights*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1989, pág. 196 a 207.
- RAMCHARAN, B.G.: “*People's Right and Minorities Rights*”, N.J.I.L., Núm 56 (1), 1987, pág. 9 a 38.
- RAMÓN CHORNET, C. : El Derecho Internacional ante las reivindicaciones de las minorías lingüísticas. Algunas aportaciones recientes. Anuario de Derecho Internacional, XIX, 409–414, 2003
- REYDELLET, René : *La protection des minorités Etat du probleme Ses possibilités d'evolution*, Librairie technique et économique, París, 1938.
- ROCHETTE, Jacquelin : “*Les minorités, leur protection par le communauté internationale*”, en ROCHETTE, J.: *L'individu devant le droit international*, Editions Montchrestien, París, 1956.
- ROULAND, N.; PIERRÉ.CAPS, S. et POUMARÈDE, J.: *Droit des minorités et des peuples autochtones*, P.U.F., París, 1996.
- ROUSSEAU, Dominique : “*La philosophie du droit*”, en GIORDAN, H. (Dir.): *Les minorités en Europe*, Kimé, París, 1992, pág. 79 a 85.
- ROUSSO-LENOIR, Fabienne : *Minorities et droits de l'homme: L'Europe et son double*, Bruylant- LGDJ, Bruselas, 1994, 200 págs.
- RUIZ VIEYTEZ, E. : Nuevas minorías y diversidad cultural. In M. J. AÑON & A. SOLANES (EDS.), Construyendo sociedades multiculturales. Espacio público y derechos (pp. 43–82). Valencia: Tirant lo Blanch, 2011
- RUIZ VIEYTEZ, E.: Derechos Humanos y minorías nacionales en el siglo XX. Derechos Y Libertades, 23(II), 35–72, 2010
- SACERDOTI, G.: “*New developments in group consciousness and the international protection of the rights of minorities*”, I.Y.I.L., Núm 13, 1983, pág. 116 a 146.
- SANGUIN, A.L. “*Quelles minorités pour quels territoires ?*”, en SANGUIN, A.L.(Dir): *Les minorites ethniques en Europe*”, L'Harmatta, París, 1993, pág. 5 a 18.
- SAXENA, J.N.: “*International protection of minorities and individual human rights*”, I.J.I.L., Vol. 23, Nº 1, 1983, pág. 38 a 55.

- SCHOLSEM, J.C: “*Faut-il protéger les minorités? Quelques remarques introductives*”, Presence du Droit public et des droits de l’homme: mélanges offerts à Jacques Velu, 1992, pág. 1167 a 1178.
- SCHULTE-TENCKHOFF, Isabelle et ANSBACH, Tatjana: *Les minorités en Droit International*, en FENET, Alain (Dir.) et alt.: *Le droit et les minorités, -Analyses et textes-*, Bruylant, Bruselas, 1995, pág. 15 a 82.
- SIEGHART : “*Minorities*”, en SIEGHART : *The international Law of Human Rights*, Oxford University Press, pág. 376 a 377.
- SIEGHART: *The international Law of human rights*, “26.6 Minotities”, Oxford University Press, pág. 376-377, ???
- SIGLER, Jay A.: *Minority Rights -A comparative analysis-*, Greenwood Press, Londres, 1990, 245 págs.
- SOIFER, Aviam: ”*Identificación con la comunidad y derechos de las minorías*”, R.C.E.C., Vol.1, 1988/sep-dic, pág. 93 a 123.
- STAVENHAGEN, R.: Los derechos de los pueblos indígenas: esperanzas, logros y reclamos. In M. B. (Instituto de D. Humanos) (Ed.), *Pueblos indígenas y derechos humanos* (pp. 21–28). Universidad de Deusto, 2006
- STAVENHAGEN, Rodolfo: “The question of minorities”, Transnational Associations: The Review of international associations and meetings, Vol 38 (6), 1986, pág. 350 a 357.
- STRANNER, H.: “*Conférence au sommet à Vienne: droits de l’homme et minorités au centre des débats*”, J.A.H.R.G., Núm 60, 1993/5, pág. 18 et ss.
- SYMONIDES, J.: “*Collective rights of minotrities in Europe*”, en LEFEBER; FITZMAURICE; VIERDAG (Eds.): *The changing political structure of Europe. Aspects of international Law*, Martibnus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1991, pág. 107 a 125.
- The POLISH QUARTERLY OF INTERNATIONAL AFFAIRS, Vol.1, Núm 1/2, 1992, pág. 1 a 197.
- THONRBERRY, Patrick : “*Is there a Phoenix in the ashes ? International Law and minority rights*”, Tex.I.L.J., Núm 15, 1981, pág. 421 a 458.
- THONRBERRY, Patrick: “*Minority Rights*”, C.C.A.E.L., Vol. VI/2, 1997, pág. 307 a 390.
- THORNBERRY, Patrick : “*Minorities and human rights Law*”, MRG-Report, 1986, pág. 1 a 19.

- THORNBERRY, Patrick : *International Law and the rights of minorities*, Clarendon Paperbacks, Oxford, 1991.
- TIVANI, C. : Colective Rights and the Cultural Identity of the Roma. A case study of Italy. Leiden, Boston: Martinus Nijhoff Publisher, 2012
- TRUYOL SERRA, Antonio : “*Minorías étnicas y nacionales*”. Cuadernos para el Diálogo, Núm 10-11, pág. 17 y 18.
- TÜRK, Danilo : “*Le Droit des minorités en Europe*”, en GIORDAN, H. (Dir.): *Les minorités en Europe*, Kimé, París, 1992. pág.
- TÜRK, Danilo : “*Protection of minorities in Europe*”, en C.C.A.E.L.: *The protection of human rights in Europe*, Vol III, 1992/2, pág. 143 a 205.
- UNESCO : *Le condition minoritaire* (serie d'articles), Z/UNESCO-6, Le Courrier de l'UNESCO, 1993.
- VARIOS AUTORES: *La protection des minorités et les droits de l'homme*, Institut d'études européennes / Université Libre de Bruxelles, 1991.
- VERTOVEC, S.: Desafíos Transnacionales al Nuevo Multiculturalismo. Migración Y Desarrollo, 1, 1-27, 2003.
- VUKAS, Budislav : “*General international law and the protection of minorities*”, R.D.H., Núm. 8, 1975, pág. 41 a 70.
- YACOUB, Joseph : *Les minorités. Quelle protection ?*, Desclée de Brouwe, París, 1995, 398 págs.





OTOTOXICIDAD MEDICAMENTOSA

Dr. Pedro Clarós

Doctor en Medicina y Cirugía. Académico de número de la Real Academia Europea de Doctores. Barcelona. Doctorando en el programa de Doctorado de investigación, desarrollo y control de medicamentos. Departamento de Farmacia y Tecnología farmacéutica y fisicoquímica. Facultad de Farmacia y ciencias de la alimentación. Universidad de Barcelona.

Dra. María Ángeles Calvo

Catedrática de Sanidad Animal. Microbiología Aplicada y Medioambiental. Departamento de Sanidad y de Anatomía Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. Académica de número de la Real Academia Europea de Doctores.

Dra. Ana María Carmona

Catedrática de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Unidad de historia y gestión farmacéutica. Directora del programa de doctorado de investigación, desarrollo y control de medicamentos. Facultad de Farmacia y ciencias de la alimentación. Universidad de Barcelona. Académica de supernúmero de la Real Academia Europea de Doctores.

El objetivo de este trabajo es llamar la atención sobre la administración de los medicamentos y su repercusión en órganos sensibles como es el oído y la audición. Durante años su desconocimiento ha producido efectos secundarios que han dejado graves secuelas en los pacientes. Es responsabilidad del médico, del farmacéutico y de las autoridades sanitarias mantener y vigilar su cumplimiento.

PALABRAS CLAVE: Ototoxicidad, medicamentos, efectos tóxicos.

□ □ □

L'objectiu d'aquest treball es cridar l'atenció sobre l'administració dels medicaments i la seva repercussió en òrgans sensibles com es l'oïda i l'audició. Durant anys el seu desconeixement ha produït efectes secundaris que han deixat greus seqüèlies en els pacients. Es responsabilitat del metge, del farmacèutic i de les autoritats sanitàries mantenir i vigilar el seu compliment.

PARAULES CLAU: Ototoxicitat, medicaments, efectes tòxics.

□ □ □

The objective of this work is to draw attention to the administration of medications and their impact on sensitive organs such as inner ear and its function, the hearing. For years its lack of knowledge has produced side effects that have left serious consequences in patients. It is the responsibility of the doctor, the pharmacist and the health authorities to maintain and monitor compliance.

KEY WORDS: *Ototoxicity, drugs, toxics effects*

□ □ □

INTRODUCCIÓN

Estamos viviendo en una época donde el mercado farmacéutico, día a día, nos ofrece nuevas opciones terapéuticas que se presentan con múltiples ventajas sobre sus antecesores. Sin embargo, esto no ocurre con los aminoglucósidos, fármacos que se usan desde 1944 (estreptomicina) y que se han mantenido con vigencia en la práctica clínica. Pero que aún, hoy, hay muchos aspectos que necesitamos saber de ellos debido a que están asociados a graves complicaciones que debemos saber reconocer en forma oportuna. (1)

El propósito de ésta revisión es hacer una puesta al día, no sólo para el médico especialista sino, también, para los farmacéuticos que participan en el uso frecuente de los aminoglucósidos, poniendo énfasis en su potencial de daño cócleo-vestibular.

1 Fármacos

Se han descrito en la literatura una larga lista de fármacos (2) a los que se atribuye como reacción adversa algún grado de ototoxicidad, de los cuales vamos a revisar en extenso las familias de fármacos que presentan mayor asociación, como son los antibióticos aminoglucósidos y los diuréticos de asa. Tabla I

Tabla 1: fármacos causantes de ototoxicidad (10)

	Dihidroestreptomicina
	Gentamicina
	Neomicina
	Tobramicina
	Amikacina
	Netilmicina
Antibióticos aminoglucósidos	Polimixina B
	Polimixina E (Colistina)
	Furosemida
	Ácido Etacrínico
	Bumetanida
	Piretanida
	Torasemida
	Indometacina
	Naproxeno
Aine (antiinflamatorios no esteroides)	Fenoprofeno
	Ácido Metanámico
	Piroxicam
	Quinina
Derivados de la quina (antimaláricos)	Cloroquina
	Pirimetamina
	Cisplatino
	Mostaza Nitrogenada
	Bleomicina
	Carboplatino
	Dactinomicina
Antineoplásicos	Droloxiteno
	Vinicristina
	Misonidazol
	Ciclofosfamida
	Ifosfamida
	Metotrexato

Tabla I. Antibióticos aminoglucósidos y diuréticos de asa.

2. Antibióticos aminoglucósidos

Esta familia merece ser mencionada en primer lugar no tan solo por su importancia histórica sino también clínica.

Los aminoglucósidos pueden causar ototoxicidad que, en ocasiones, es irreversible. Las alteraciones auditivas son consecuencia de la destrucción de las

células sensoriales del oído interno, ya sea a nivel de la cóclea o de los órganos vestibulares.

En la actualidad, aunque pueden utilizarse en monoterapia, se utilizan, fundamentalmente, en combinación con betalactámicos en infecciones graves. Los conocimientos sobre los parámetros farmacocinéticos y farmacodinámicos han sugerido su uso en monodosis, cuya eficacia ha sido similar a la administración en multidosis además de presentar menor toxicidad (3). Los efectos adversos más comunes son la **nefrotoxicidad** y la **ototoxicidad**, de las cuales es, ésta última, la que menos importancia se le presta, principalmente por su desconocimiento.

Fue la tuberculosis la que originó, al final de la Segunda Guerra Mundial, en 1944, el uso de la Estreptomicina. Ésta, en un comienzo, se usó en altas dosis en los pacientes con tuberculosis, que si bien conseguían sobrevivir, presentaban oscilopsias y vértigos rotatorios (2). Posteriormente aparecieron el resto de Integrantes de esta familia, todos ellos con un grupo amino, lo que les confiere su carácter básico, responsable de su actividad antibacteriana Gram negativas, pero también de sus efectos tóxicos sobre el oído interno y el riñón.

Su estructura química se compone de aminoazúcares unidos por enlaces glucosídicos a un alcohol cíclico hexagonal con grupos amino (aminociclicitol) (3). Su estructura no es susceptible de modificación sin perder su actividad antimicrobiana. Se ha visto que los diferentes AAG presentan cierto grado de toxicidad coclear y/o vestibular dependiendo del AAG.

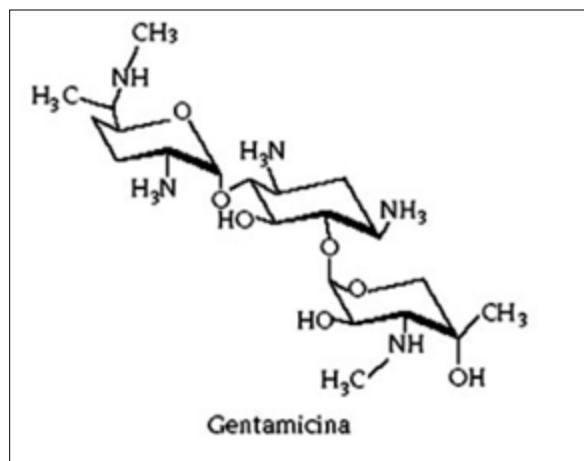


Figura1: Molécula de la Gentamicina.(10)

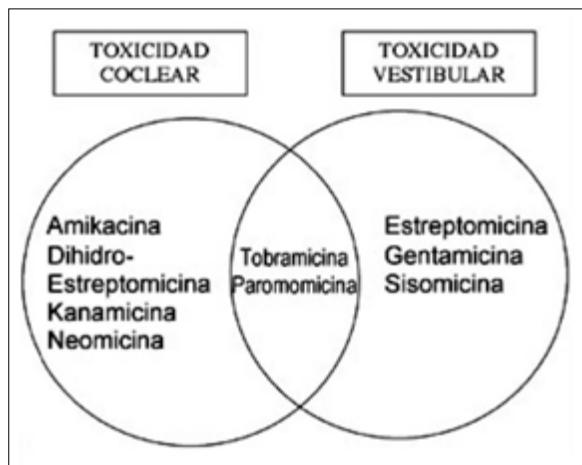


Figura 2: Diferentes afectaciones de la toxicidad de los AAG. .(10)

Los aminoglucósidos no se absorben por el tracto gastrointestinal, de manera que hay que administrarlos por vía intramuscular o endovenosa. Se distribuyen libremente en el espacio vascular y de forma relativamente libre en el líquido Intersticial de la mayoría de los tejidos, debido a su escasa unión a proteínas y alto nivel de solubilidad. Atravesan escasamente las membranas biológicas con la excepción de las células tubulares renales y las del oído Interno, que muestran una cinética de captación de aminoglucósidos saturable (4).

La administración en aerosol consigue, en la secreción bronquial, mayor concentración que la administración parenteral, con menos ototoxicidad y nefrotoxicidad (3). Todos los aminoglucósidos son excretados por filtración glomerular sin alteración metabólica previa.

Los aminoglucósidos muestran un patrón de actividad bactericida que es dependiente de la concentración alcanzada y no del tiempo de exposición. Por tanto, el objetivo del tratamiento con aminoglucósidos es dar la dosis más alta posible para conseguir actividad bactericida, bordeando el límite inferior de su toxicidad.

La acción de los aminoglucósidos comprende una interacción inicial con la superficie externa de la membrana celular bacteriana, el transporte a través de la membrana interna y, finalmente, la unión a la subunidad 30 S de los ribosomas bacterianos, que inhibe la síntesis de las proteínas, conduce finalmente a la muerte del microorganismo. (5)

Los aminoglucósidos se vienen administrando, clásicamente, mediante la pauta de multidosis a los pacientes con una función renal normal, sin embargo, diversos estudios han ido demostrando en las dos últimas décadas que también es eficaz la pauta de monodosis, utilizando intervalos de 24 horas observándose que las monodosis era igual de eficaces y tendería a ser menos nefrotóxica que la pauta de multidosis. (5)

3. Estudio topográfico de las lesiones

Generalidades.

El uso de la microscopía óptica con contraste de fase, ha mostrado, de manera más precisa, la localización de las lesiones de los AAG en el oído interno:

- Destrucción selectiva de las células sensoriales, en el órgano de Corti, esencialmente de las células ciliadas externas (CCE), cuya función es la auditiva.(5) Fig 3
- Y en los órganos vestibulares, concretamente en las células de la mácula sacular, en el caso de la gentamicina. (5).

Al mismo tiempo la microscopía electrónica de transmisión, complementó lo anteriormente señalado con los cambios en la ultraestructura de las células sensoriales secundarlas al uso de aminoglucósidos (1).

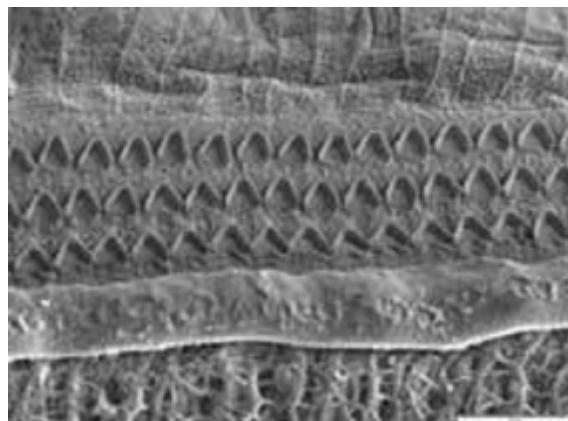


Fig.3.-Preparación de microscopia electrónica mostrando las tres hileras de células ciliadas internas en una cóclea humana. (5)

Descripción de las lesiones

La ototoxicidad de los AAG es provocada primariamente por una destrucción selectiva de las células sensoriales del oído Interno, ya sea a nivel de la cóclea o de los órganos vestibulares. Solo algunos autores reconocen este efecto como secundario a alguna alteración en otras estructuras como la estría vascular (1).

En el modelo de toxicidad coclear, la distribución de las lesiones en el órgano de Corti depende del tipo de AAG, su dosis diaria y el tiempo de administración. No obstante lo más frecuente es que la destrucción afecte a las células ciliadas externas (CCE). (Fig.4)

Dentro de las CCE, la primera hilera en afectarse es la interna, luego la del medio y finalmente la externa. Se ha observado que puede haber una reducción en 70% de las CCE sin alteraciones electrofisiológicas, pero que aparecen si se afecta el 30% restante.

Este modelo de sordera es distinto a otros como el producido por el ruido, donde el daño se produce en la hilera Interna de las CCE y en las células ciliadas Internas (CCI)(1).

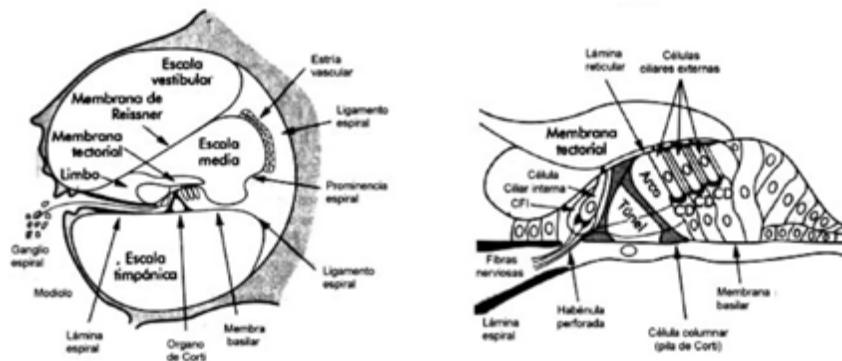


Figura 4.Estructura del órgano de Corti. (1)

El segundo rasgo característico es su localización limitada, al principio, del apex de la cóclea, donde se encuentran las frecuencias agudas, y en caso de mantenerse la causa patológica, su extensión progresiva es hacia la base, donde se encuentran las frecuencias graves. Esta presentación topográfica tiene importancia del punto de vista clínico.

En el análisis morfológico de los cilios sensoriales aparece precozmente una aglutinación de los cilios seguida de una fusión de los mismos, debido a una rarefacción del glucocálix, que normalmente recubre su superficie y mantiene así una distancia entre ellos. Esta alteración no es específica de ototoxicidad pero su ubicación es particularmente similar a la distribución de la destrucción de las células ciliadas.

También se pueden observar otros del neuroepitelio del oído interno tales como cambios de la ultra estructura celular:

- Modificaciones mitocondriales a nivel de las crestas ampollares.
- Acumulación de lisosomas secundarios en el polo superior de las CCE.

El significado de estas lesiones todavía no ha sido dilucidado.

4. Patogenia

No se conoce con exactitud, existiendo diferentes teorías explicativas, que resumimos en la Fig. 5.

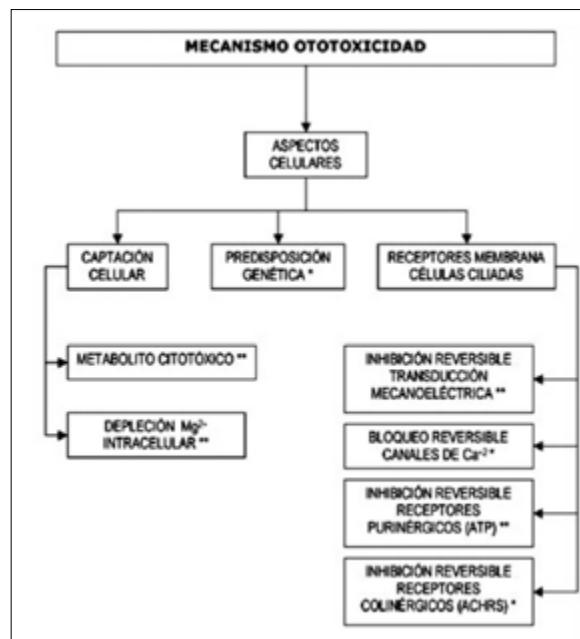


Figura 5 .Patogenia de la ototoxicidad.(10)

Aspectos celulares y moleculares de la acción tóxica de los AAG.

Vamos a analizar los efectos extracelulares sobre los diferentes receptores de membrana de las células ciliadas. A pesar de su pequeño tamaño los AAG atraviesan muy mal las membranas biológicas por simple difusión debido a sus propiedades de base policationica. La penetración intracelular se hace a través de un transporte activo como es la endocitosis. Debido a su naturaleza policationica estas moléculas son fuertemente atraídas por receptores de membrana con carga opuesta.

Inhibición reversible de la transducción mecano-eléctrica.

El canal de transducción mecano-eléctrico situado en el ápex de cada estéreocilio se considera como un poro poco permeable y poco específico que permite el paso de diferentes cationes, por ejemplo, K^{+1} , Na^{+2} ó Ca^{+2} . El desplazamiento de cada cilio durante el estímulo mecánico modificará en un sentido excitador o inhibidor la probabilidad deertura de estos canales de transducción. Los AAG actuarían bloqueando la boca del canal de manera reversible. Esto adquiere más importancia si se considera que la célula está hiperpolarizada lo que indica que el campo eléctrico de la membrana atrae las moléculas cargadas en la boca del canal.

Bloqueo reversible de los canales de Ca^{+2} .

Los AAG también han sido presentados como los inhibidores potenciales de los canales de calcio (Ca^{+2}) de la membrana plasmática de las células ciliadas cocleares. Este efecto es el responsable de la acción neuromuscular paralizante de algunos de estos antibióticos, ya que estos canales son responsables a nivel presináptico de la secreción de acetilcolina.

Los AAG inhiben en forma reversible las corrientes eléctricas, de modo similar a los canales de transducción mecano-eléctrica.

Inhibición reversible de los receptores colinérgicos.

- 1- Las CCE de la cóclea son inervadas por el sistema eferente colinérgico. La activación de este sistema tiene un efecto inhibidor sobre la función coclear, a través de receptores nicotínicos. Esta acción puede ser rápida y reversiblemente eliminada por una inyección única de gentamicina.

2- Captación celular. Los efectos Inhibidores descritos en los párrafos sobre los diferentes receptores de membrana no justifica por si solos la destrucción selectiva de las células ciliadas ni CCE en particular.

Estudios de farmacocinética a nivel celular demuestran la captura de AAG preferente por las CCE. La acción tóxica irreversible de esta molécula parece, pues, ser intracelular. Además se ha propuesto la formación de un metabolito citotóxico resultante de la transformación de esta molécula (6). Los AAG se acumulan a nivel celular en las estructuras lisosomales y se ha observado que su eliminación es un proceso lento.

Se ha postulado que los AAG aumentarían la permeabilidad de la membrana celular al magnesio (Mg^{2+}), lo conduciría a una depleción intracelular de este ión, lo cual detendría una serie de reacciones bioquímicas, especialmente la fosforilación oxidativa en la cual el Mg^{2+} es un cofactor y la célula perdería su funcionalidad e integridad. Pese a todo lo anteriormente dicho, aún no está totalmenteclarificado el mecanismo exacto del daño celular que lleva a la destrucción final de la célula.

3.-Teorías genéticas.

A nivel de las células ciliadas cocleares actúan dos genes mitocondriales, el tRNA (RNA de transferencia. Molécula de RNA que se une a un aminoácido específico y lo transporta a un codón específico del RNA mensajero durante la síntesis de proteínas) y el 12S rRNA, (ácido ribonucleico ribosómico o ribosomal) han sido asociados con pérdida auditiva no sindrómica. La mutación en el gen 7445G (substitución de guanina por adenosina) en el gen tRNA serina, puede causar disminución de la audición. (11)

El segundo gen mitocondrial implicado en una disminución de la audición es el ribosoma pequeño (12s rRNA). La mutación del gen A1555G provoca en los pacientes una disminución de la audición debido a ototoxicidad por aminoglucósidos. Esta mutación probablemente hace que la estructura de rRNA de la mitocondria humana sea más similar al rRNA bacteriano que es el blanco de la acción de los aminoglucósidos, generando mayor concentración y por lo tanto mayor daño en células susceptibles. (13)

Una segunda mutación patogénica, la delección de una timina en posición 961 (961 del T), ha sido recientemente demostrada que predispone a los pacientes a toxicidad por aminoglucósidos y disminución de la audición (6).

La ototoxicidad farmacológica es una importante causa de disminución auditiva. En los EE.UU, 10% de las personas con sordera neurosensorial presentan la mutación mitocondrial 12s ribosomal (rRNA), incluyendo la sustitución A1555G que está asociada a una extrema sensibilidad por AAG. Se estima que **la prevalencia del gen A 1555G como causa de sordera es de un caso en 20.000 a 40.000 nacidos.**

Al descubrir estos antecedentes se realizó un estudio de prevalencia de la mutación de este gen A 1555G en el ADN mitocondrial en una población española cuyos pacientes tenían patología auditiva o vestibular debida a la ototoxicidad de los AAG. (7). El estudio estimó que del **17% al 33% de los pacientes con ototoxicidad por aminoglucósidos son portadores de la mutación A1555G2.** Lo que demuestra que la mutación genética determina una mayor susceptibilidad al efecto ototóxico a dosis bajas de estos antibióticos.

La mutación A1555G en el gen del rRNA 12S del genoma mitocondrial es responsable de hipoacusia no sindrómica, así como de un incremento en la susceptibilidad a la acción ototóxica de los aminoglucósidos (7).

Parece que la mutación A1555G aumenta la similitud del rRNA 12S humano con su homólogo 16S bacteriano, produciendo un incremento en la unión del antibiótico. Esta mutación es transmitida por las madres a todos sus descendientes, tanto varones como mujeres (7). Años atrás se planteó como teoría explicativa por medio de una acumulación selectiva de los AAG tanto a nivel de fluidos laberínticos como a nivel tisular, lo que actualmente se ha descartado. (14)

5. Evolución y clínica

La ototoxicidad se puede subdividir según distintos puntos de vista:

- 1- Según la función comprometida en toxicidad coclear o auditiva y toxicidad vestibular (4).
- 2- Según su evolución en el tiempo y entonces se hablará de aguda (reversible) o crónica (irreversible), teniendo como punto de corte 2-3 semanas post-interrupción del tratamiento (4).

En el caso de la toxicidad coclear se han descrito dos estadios:

Estadio Inicial: el daño se limita a las frecuencias agudas (4.000 a 8.000 Hz) y no afecta a las frecuencias utilizadas en una audición conversacional, aunque el paciente puede referir sensación de ruido y embotamiento auditivo. **Los cambios tóxicos son generalmente reversibles en esta fase.**

Estadio avanzado: si la toxicidad continúa ya se afectan las CCI del apex coclear, y se afectan entonces las frecuencias más graves y la audición conversacional. **En esta fase tardía el déficit suele ser permanente o sólo parcialmente reversible.**

La toxicidad vestibular suele seguir un curso paralelo a la coclear y se manifiesta por vértigo, náuseas y nistagmo, aunque es frecuente que quede encubierta por los mecanismos compensatorios visuales y propioceptivos.

La Incidencia de pérdida de audición oscila entre 2% y 25%. Este amplio rango puede ser debido, en parte, a la ausencia de una exploración auditiva sistematizada y a la ausencia de unos criterios uniformes para definir la ototoxicidad. Como la mayoría de los pacientes tratados con aminoglucósidos se pierden durante el seguimiento y los síntomas pueden ser inespecíficos, se desconoce si la ototoxicidad es permanente o transitoria.

6. Diuréticos de asa

La ototoxicidad es una complicación que se producía, mayormente, con la administración del ácido etacrínico, actualmente en desuso, junto a otro diurético muy frecuente en la actualidad como es la furosemida. Ambos tienen en común el afectar el oído Interno y al riñón.

Los diuréticos del asa son un grupo de medicamentos que actúan sobre la porción de la nefrona llamada **Asa** de Henle. En medicina, los **diuréticos del asa** son usados para tratar la hipertensión, el edema causado por insuficiencia cardíaca congestiva o la insuficiencia renal.

Desde el punto de vista histológico el daño se puede observar como:

- Edema Intersticial.
- Dilaceración de las células intermedias y marginales.
- Disminución de volumen de las células intermedias.
- Aumento de volumen de las células marginales.(10)

En general las lesiones histológicas se relacionan con efectos electrofisiológicos de los diuréticos sobre la estría vascular, que se resumen a nivel endolinfático en:

- Inhibición total del transporte activo durante la repolarización.
- Disminución de la permeabilidad de membrana, principalmente al K⁺.

7. Interacción entre diuréticos de asa y aminoglucósidos

Es conocido desde hace mucho tiempo el gran riesgo ototóxico al administrar en forma simultánea un AAG y un diurético de ASA (5). Estudios morfológicos han demostrado que la proporción de CCE destruidas por la kanamicina es mayor y por ende más importante, incluso con dosis más bajas de este AAG si se suma a un diurético.

El mecanismo de acción de los diuréticos es generar edema en el intersticio celular, lo que provoca un aumento de los espacios intercelulares de la estría vascular, que corresponde a la estructura coclear responsable de la etiología de los gradientes iónicos y la formación del potencial endococlear, esto facilita que los AAG poco ligados a las proteínas penetren y se propaguen lentamente a la endolinfa.

Coclear	Vestibular
<ul style="list-style-type: none">• Acufenos o Tinnitus.• Pérdida de las altas frecuencias.• Pérdida de las bajas frecuencias (Conversación)• La sordera puede aparecer varias semanas después de interrumpir el tratamiento.	<ul style="list-style-type: none">• Cefaleas.• Náuseas, vómitos, pérdida del equilibrio en deambulación (2 semanas).• Pérdida de equilibrio al cerrar los ojos.• Nistagmos.

Ambos fármacos ejercen sus efectos ototóxicos de forma diferente. Los diuréticos lo hacen en la estría vascular mientras que los AAG lo hacen en las estructuras sensoriales.(15)

8. Factores de riesgo

Los factores de riesgo están divididos en los dependientes del médico y los dependientes del paciente.

- **Factores dependientes del médico.**

1-Duración del tratamiento, dosis cotidiana y dosis total

Definidas para cada fármaco deben ser rigurosamente respetadas. La captación histológica se caracteriza por su rapidez y saturabilidad.

Por lo tanto dosis importantes del fármaco facilitaran la aparición de fenómenos de toxicidad celular. Es importante destacar que Incluso respetando las dosis preestablecidas existe riesgo de ototoxicidad.

2-Modalidad de administración, dosis únicas o múltiples

La modalidad de administración del AAG representa un factor determinante. Se prefiere la vía Intramuscular en monodosis, pues provoca picos menos bruscos que la vía endovenosa, que además, se recomienda administrar mediante perfusión durante 15-30 min. Los Peak séricos cortos son menos tóxicos que las dosis bajas pero mantenidas, además que la acción bactericida es dosis dependiente y no tiempo dependiente. En cambio la forma Ideal de administración de los diuréticos de asa es en dosis bajas y mantenidas en el tiempo, asociada a medición de niveles sanguíneos.

3-Tratamientos previos con Aminoglucósidos

La administración repetitiva de AAG conduce a un efecto acumulativo, esto explicado por su cinética de eliminación laberíntica extremadamente lenta.

4-Asociación Aminoglucósidos y diuréticos de ASA

En lo posible debe ser evitada. Si se realiza esta asociación se debe tener la prudencia correspondiente y supervisión de la función cocleovestibular.

5-Supervisión de la función cocleovestibular

El primer signo de toxicidad coclear es la afectación de la percepción de sonidos de alta frecuencia, la cual no es perceptible ni por el propio sujeto ni

por el examen clínico rutinario, por lo que la forma más precoz de detectar la alteración auditiva, es la práctica de una audiometría de altas frecuencias. Sin embargo tiene algún inconveniente, básicamente, porque son escasos los audímetros de altas frecuencias (8000-20000 Hz) disponibles para screening general, encontrándose mayormente difundidos los audímetros convencionales (125-8000 Hz), a excepción de centros otorrinolaringológicos determinados.

En segundo lugar es importante disponer de dichos equipos cualificados cuando se utilizan los AAG a diario. Por lo anterior, en la práctica diaria se debe tener presente la ototoxicidad medicamentosa y monitorizar clínicamente a todos los pacientes, con una anamnesis y examen físico que sea lo más óptimo posible para un médico no especialista en otorrinolaringología (tanto un médico general, pediatra o un especialista de otra área), y a aquellos con mayor riesgo de ototoxicidad apoyar el monitoreo clínico con la audiometría sistemática.

Con respecto a la monitorización de la función vestibular se recomienda el estudio de la respuesta vestíbulo-ocular a los estímulos rotatorios sinusoidales calibrados y la posturografía dinámica para detectar una lesión funcional (1).

Es importante destacar el gran retraso con que se diagnostica la ototoxicidad vestibular, el cual puede explicarse por varias razones. Entre ellas porque la vestíbulo-toxicidad se desarrolla en procesos avanzados. Los síntomas se manifiestan en forma tardía porque, generalmente, los pacientes se encuentran en cama durante el tratamiento con estos medicamentos ototóxicos. El médico ignora los síntomas de toxicidad vestibular y se deja engañar por la ausencia de síntomas de toxicidad coclear (síntomas auditivos). Además, el propio paciente ignora qué tratamientos ha recibido.

• Factores dependientes del paciente

1. Edad: El niño está especialmente expuesto al riesgo de ototoxicidad. Existen múltiples dificultades en el diagnóstico precoz en pediatría. La patología que motivó la indicación del fármaco a menudo impide un análisis cocleovestibular inicial. La frecuente falta de cooperación en el niño hace difícil los test subjetivos. Los test objetivos no siempre permiten detectar lesiones leves a moderadas. Hay que considerar además, el mayor riesgo existente debido a las posologías más altas con respecto a los adultos y puede existir cierta predisposición genética a la ototoxicidad.

La gravedad de las afecciones cócleo-vestibulares en el niño no tan sólo implican prevenir una sordera sino también las consecuencias de ésta, por ejem-

plo, una rápida degradación del lenguaje, en una etapa de la vida que éste se encuentra en desarrollo.

También presentan mayor riesgo los pacientes ancianos por múltiples razones: entre ellas el deterioro progresivo de la función laberíntica propio de la edad, el cual predispone a consecuencias más severas

2. Insuficiencia renal. Los AAG son exclusivamente eliminados por filtración glomerular, por consiguiente una falla renal determinaría un aumento en las concentraciones plasmáticas, aumentando el riesgo de ototoxicidad.

En la práctica, el médico, antes de iniciar un tratamiento con AAG o diuréticos debería constatar el estado de la función renal del paciente y mantener un monitoreo periódico. En esta situación se debe aclarar que no existe ni dosis ni niveles plasmáticos seguros que brinden protección absoluta.

Pacientes con mayor riesgo de ototoxicidad:

- A Pacientes niños y ancianos.
- B Pacientes con Insuficiencia renal.
- C Paciente con tratamientos prolongados y/o en altas dosis.
- D Pacientes con daño previo en su oído Interno.
- E Pacientes con antecedentes de haber recibido ototóxicos previos.
- F Pacientes cuya profesión requiere un equilibrio fino (conductores o manejadores de maquinas peligrosas).“

9. Ototoxicidad local

Es frecuente el uso excesivo de gotas óticas que combinan antibióticos, antiinflamatorios, antisépticos y disolventes, y es costumbre común entre los médicos generalistas usarlas para el tratamiento de las perforaciones de tímpano, con otorrea o de las otorreas a través de un tubo de aireación transtimpánico. El argumento para esta conducta es que es más importante el riesgo de hipoacusia sensorineurial debida a la otitis media que el provocado por el uso de gotas óticas.

Está demostrada la ototoxicidad de amino-glucósidos de uso tópico, sin embargo, para que esto ocurra deben alcanzar los neuroreceptores ubicados en el oído Interno, lo que en la práctica no sucede debido a que:

- 1.- Para alcanzar el oído interno, las gotas óticas instiladas en el conducto auditivo externo, deben alcanzar inicialmente el oído medio, lo que no ocurre cuando la membrana timpánica no presenta alguna solución de continuidad. En el caso de existir tal, la Inflamación de la mucosa, a menudo, constituye un impedimento para la difusión del producto.
- 2.- Una otorrea, purulenta o no, muestra un gradiente de presión positiva del oído medio hacia el oído externo que se opone a la penetración de las gotas.
- 3.- Existe Importantes diferencias anatómicas entre el oído medio del animal y del hombre. En este último la ventana redonda está protegida del paso de las gotas óticas por un importante borde óseo.
- 4- La técnica de Instilación a menudo es incorrecta.

Pese a lo anterior, en Reino Unido, la Agencia Reguladora de Medicamentos y Productos Sanitarios (Healthcare Products Regulatory Agency-MHRA) (CSM 1997) no recomienda su uso en pacientes con una perforación de la membrana timpánica (5).

Por otra parte los efectos ototóxicos locales de los aminoglucósidos se aprovechan en el tratamiento de ciertos casos de enfermedad de Menière unilateral, para eliminar las crisis de vértigo, destruyendo la función vestibular.

10. Fármacos antineoplásicos

Se trata esencialmente de sustancias que pertenecen a la familia del cisplatino, aunque otras drogas como la vincristina, también puede ejercer cierta acción ototóxica.

Los principales síntomas que presentan los pacientes son acufenos, hipoacusia y otalgia, destacando que este último síntoma es menos frecuente y no está presente en clínica de ototoxicidad producida por otros fármacos. En el caso de la hipoacusia, ésta, se presenta en las frecuencias agudas inicialmente y suele ser bilateral. (12)

Recientemente se ha presentado un trabajo donde se estudia el papel protector de la Tetrametilpirazina (TMP) contra la toxicidad inducida del Cisplatinum, en ratas (8).

La Tetrametilpirazina o Ligustrazina es un compuesto antiinflamatorio aislado de la comida fermentada con natto. (8) El nattō es un derivado de la soja, resultado de la fermentación de la semilla de soja y es un alimento milenario procedente de Japón, muy nutritivo y de fácil digestión. La tetrametilpirazina demostró *in vivo* una actividad nootrópica en ratas. (9)

Este estudio randomizado con ratas tipo Sprague-Dawley ($n = 40$) incluye 4 grupos con diferente administración del producto.

Grupo 1 ($n = 10$) recibieron diariamente una solución salina de 3 mg/kg, durante una semana.

Grupo 2 ($n = 10$) recibieron una dosis única intraperitoneal (i.p.) de 15 mg/kg de cisplatino.

Grupo 3 ($n = 10$) recibieron (i.p.) de 140 mg/kg de TMP diariamente durante 7 días con una dosis única (i.p.) de 15 mg/kg cisplatino en el 4 día.

Grupo 4 ($n = 10$) que recibieron (i.p.) solamente, 140 mg/kg TMP diariamente durante 7 días.

Se estudió la audición mediante potenciales evocados del tronco cerebral (PEATC) y mediante productos de distorsión de las otoemisiones acústicas espontáneas (DPOAE), bajo anestesia general, de los animales del ensayo clínico (40 ratas, 80 oídos) antes y después de la administración del tóxico.

Una vez realizada la medición se analizaron las cócleas de los animales y se examinaron mediante estudio histológico e inmuno -histoquímico.

En el grupo 2, los DPOAE y los PEATC estaban significativamente alterados después de la administración de la droga, mientras que en los otros tres grupos no había diferencias pre y post tratamiento en los test auditivos.

El estudio histológico de las estructuras del oído interno, células ciliadas externas (CCE), estría vascularis (SV) y de la spira ganglionar (SG) demostraron estar afectadas en el grupo 2 tras la administración del fármaco y no en los otros tres grupos.

El estudio demostró que el **Tetrametilpirazina** (TMP) tiene efecto protector de la ototoxicidad del cisplatino. La co-administración de TMP y Cisplatino disminuye su ototoxicidad. (8)

11. Conclusiones

Se define la ototoxicidad como las perturbaciones transitorias o definitivas de la función auditiva, vestibular, o de las dos a la vez, inducidas por sustancias de uso terapéutico (1).

Son muchos los trabajos de investigación que se han dedicado a este tema quedando aún dudas por resolver debido a las complejas consecuencias donde está envuelto el daño cocleovestibular.

El propósito de esta revisión, es presentar las últimas teorías que tratan de explicar desde el punto de vista de la farmacocinética-farmacodinamia, biología celular y molecular, el mecanismo por el cual actúan los fármacos involucrados.

Lo anteriormente señalado tiene como fin que los últimos adelantos en esta materia, permitan una mejor comprensión que nos lleve a una práctica clínica más segura con relación a la ototoxicidad medicamentosa, dando a conocer los cuidados y precauciones que se deben tomar antes de administrar un fármaco que se reconoce ototóxico, que puede tener graves consecuencias en la calidad de vida de nuestros pacientes.

1-Determinados antibióticos, entre los que destacan los aminoglucósidos (AAG) tienen un tropismo especial por situarse en el oído interno y dañar las células ciliadas externas a las que producen su degeneración. También ciertos medicamentos como ciertos diuréticos (ASA), los tratamientos antineoplásicos y otros actúan del mismo modo.

2-La suma de factores de gravedad son los que finalmente van a producir las secuelas: La sensibilidad al medicamento, la sumación de las dosis, la administración simultánea de otros productos, las cantidades administradas, la predisposición, el funcionamiento renal y otras muchas.

3-La precaución con su manejo y la monitorización clínica y audiovestibular durante su administración son herramientas necesarias y recomendables.

4- Se estima que del 17% al 33% de los pacientes con ototoxicidad por aminoglucósidos **son portadores de la mutación A1555G2**. El estudio demuestra que la mutación genética determina una mayor susceptibilidad al efecto ototóxico a dosis bajas de estos antibióticos. (5)(13)

5-En lo posible **debe ser evitada la asociación de AAG y diuréticos de ASA** y si se realiza la administración de ésta asociación hay que tener la prudencia correspondiente y supervisión de la función cocleovestibular.

6-Es frecuente el uso excesivo de gotas óticas que combinan antibióticos aminoglucósidos, antiinflamatorios, antisépticos y disolventes, para el tratamiento de las otorreas con perforación y de las otorreas a través de un tubo de aireación transtimpánico, lo que puede producir una ototoxicidad de acción tópica.

7-Hay pacientes con mayor riesgo de ototoxicidad.

8-Debemos destacar el interés clínico del estudio sobre el papel protector de la Tetrametilpirazina (TMP) contra la toxicidad inducida por el Cisplatinum, en ratas. (9) Este estudio demostró que la **Tetrametilpirazina tiene efecto protector de la ototoxicidad del cisplatino**. La co-administración de TMP y Cisplatino disminuye su ototoxicidad.

Conflicto de intereses.

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés en este artículo.

Pedro Clarós, Orcid ID: orcid.org/0000-0002-7567-0370

BIBLIOGRAFIA

1. Dauman R., Dulon D. Ototoxicité médicamenteuse. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, París), Otorrinolaringología, 1995, 20-184-B-10.
2. Walksman S A. Streptomycin: background, isolation, properties and utilization. Science 1953; 118: 259-66.
3. Bonnie W. Management of Pulmonary Disease in Patients with Cystic Fibrosis. N Engl J Med 1996; 335:179-87.
4. Lacy MK, Nicolau DP, Nightingale CH, Quintiliani R The pharmacodynamics of aminoglycosides.Clin Infect Dis1998; 27:23-7.
5. Gerónimo M, Mateos F, Blanch JJ, Martínez E. Antibióticos aminoglucósidos. Medicine 2002; 8(65): 3470-9.

6. Patrick J. Genetic Causes Of Hearing Loss. *N Engl J Med* 2000;342:1101-9.
7. Morton C., Nance W. E. Newborn Hearing Screening. A Silent Revolution. *N Engl J Med.* 2006; 354: 2151-64.
8. Sun, X.C., Sun, L.X., Shi, X.J., Kang, S.J. Ligustrazine fought against cisplatin induced ototoxicity in Guinea pigs. *Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi.* 2014; 34: 982–986.
9. Cui C., Liu D., Qin X. Attenuation of streptomycin ototoxicity by tetra-methylpyrazine in Guinea pig cochlea. *Otolaryngol. Head. Neck Surg.* 2015; 152:904–911.
10. Palomar V, Abdulghani F., Bodget E. Andreu L. Palomar Asenjo V. Oto-toxicidad producida por medicamentos: Estado actual. *ORL-DIPS* 2001; 28 (1): 7-11
11. Guan MX. Mitochondrial 12S rRNA mutations associated with aminoglycoside ototoxicity. *Mitochondrion.* 2011; 11(2):237–245.
12. Harris T, Peer S, Fagan JJ. Audiological monitoring for ototoxic tuberculosis, human immunodeficiency virus and cancer therapies in a developing world setting. *J Laryngol Otol.* 2012; 126:548–551.
13. Men M, Jiang L, Wang H, Liu Y, Hu Z, He C, Feng Y. Unique penetrance of hearing loss in a five-generation Chinese family with the mitochondrial 12S rRNA 1555A>G mutation. *Acta Otolaryngol.* 2011;131(9):970–975.
14. Scrimshaw BJ, Faed JM, Tate WP, Yun K. Rapid identification of an A1555G mutation in human mitochondrial DNA implicated in aminoglycoside-induced ototoxicity. *J Hum Genet.* 1999; 44(6):388–390.
15. Xie J, Talaska AE, Schacht J. New developments in aminoglycoside therapy and ototoxicity. *Hear Res.* 2011; 281:28–37.





REGENERACIÓN DE LAS CÉLULAS CILIADAS DEL OÍDO INTERNO MEDIANTE LA TERAPIA GÉNICA CON CGF 166

Dr. Pedro Clarós

Doctor en Medicina y Cirugía. Académico de número de la Real Academia Europea de Doctores. Barcelona. Doctorando en el programa de Doctorado de investigación, desarrollo y control de medicamentos. Departamento de Farmacia y Tecnología farmacéutica y fisicoquímica. Facultad de Farmacia y ciencias de la alimentación. Universidad de Barcelona.

Dra. María Ángeles Calvo

Catedrática de Sanidad Animal. Microbiología Aplicada y Medioambiental. Departamento de Sanidad y de Anatomía Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. Académico de número de la Real Academia Europea de Doctores.

Dra. Ana María Carmona

Catedrática de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Unidad de historia y gestión farmacéutica. Directora del programa de doctorado de investigación, desarrollo y control de medicamentos. Facultad de Farmacia y ciencias de la alimentación. Universidad de Barcelona. Académico de número de la Real Academia Europea de Doctores.

La hipoacusia es un gran problema de salud pública. La lesión más frecuente es la pérdida irreversible de las células ciliadas de la cóclea, con preservación de células de sostén. Los tratamientos existentes no resuelven el problema de fondo. Ciertos ensayos clínicos muestran que se puede obtener la regeneración in vivo de células ciliadas y con ello, mejorar los umbrales auditivos, mediante la sobreexpresión de Atoh1 en células de sostén del órgano de Corti (gen fundamental en desarrollo y diferenciación de células ciliadas).

PALABRAS CLAVE: regeneración, células ciliadas, oído interno, terapia génica, CGF 166

□ □ □

La hipoacusia es un gran problema de salud pública. Un dany freqüent trobat es la pèrdua irreversible de les cèl·lules ciliades de la càclea, amb preservació de cèl·lules de sostén, fenomen comú en mamífers. Les teràpies existents no estan orientades a solucionar el

problema de fons. Assajos clínics mostren que es pot obtenir regeneració *in vivo* de cèl·lules ciliades i amb això, millora dels ombràls auditius, mitjançant la sobre expressió de Atoh1 en cèl·lules de sostén de l'òrgan de Corti (gen fonamental en desenvolupament i diferenciació de cèl·lules ciliades).

PARAULES CLAU: regeneració, cèl·lules ciliades, oïda intern, teràpia gènica, CGF 166



Hearing loss is a big public health problem. The most frequent lesion is the irreversible loss of the hair cells of the cochlea, with preservation of supporting cells. Existing treatments do not solve the underlying problem. Some clinical trials show that the *in vivo* regeneration of hair cells can be obtained and with this, improve the auditory thresholds, by overexpression of Atoh1 in cells supporting the organ of Corti (fundamental gene in development and differentiation of hair cells).

KEY WORDS: regeneration, hair cells, inner ear, gene therapy, CGF 166



Introducción

Las células sensoriales del oído interno son críticas, tanto para establecer la función auditiva así como para mantener la función vestibular y pueden resultar dañadas o destruidas debido al envejecimiento, la infección, los traumatismos, la acción de ciertos medicamentos o la exposición al ruido intenso. Aproximadamente el 90% de la pérdida auditiva es de tipo neurosensorial. Ciertos experimentos preclínicos han demostrado la regeneración de células sensoriales nuevas del oído interno, así como la restauración de la función auditiva y del equilibrio en animales de experimentación tras el tratamiento con CGF166 (Celular Growth Factor) desarrollado por Novartis.

1. Factores de crecimiento

Los **factores de crecimiento** ó **GF** (*Growth factor*) llamados también “factores tróficos” son un conjunto de sustancias, la mayoría de naturaleza proteica, que junto con las hormonas y los neurotransmisores desempeñan una importante función en la comunicación intercelular. No todas las células se replican permanentemente. Las células que no se replican se encuentran en un **G0**. Estas

células pueden ser quiescentes (inactivas) o senescentes (de envejecimiento o deterioro).

La función principal de los factores de crecimiento es la del control externo del ciclo celular, mediante el abandono de la quiescencia celular (G0) y la entrada de la célula en G1 y comenzar a dividirse de nuevo bajo condiciones específicas. El aumento del tamaño celular es estimulado al incrementarse la síntesis proteica (2). Este tratamiento se ha desarrollado gracias al descubrimiento de un gen llamado **Atoh1** (Klickstein, 2013) que actúa como un interruptor maestro para activar el crecimiento de las células ciliadas del oído interno. (Fig 1)

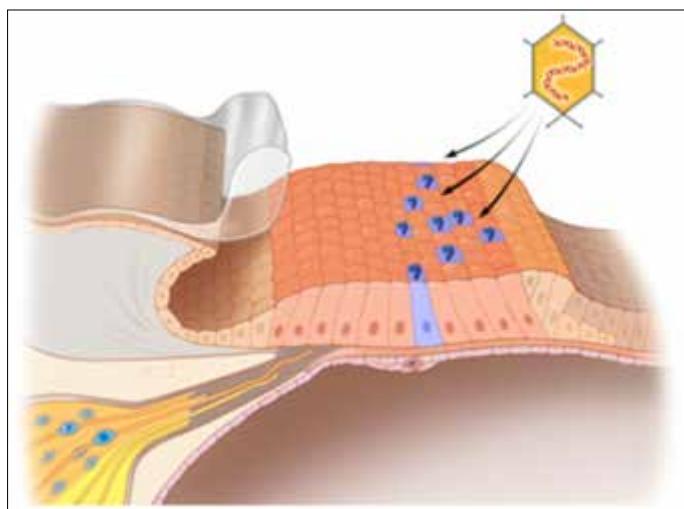


Fig 1.- El gen ATOH1, activa el desarrollo de las células ciliadas de la cóclea.
(Klickstein, 2013.)

El fármaco experimental conocido como CGF166, se inyecta en el oído interno sin exponer al resto del organismo. El gen «viaja» en un virus modificado para que resulte inofensivo hasta el interior de la cóclea para forzar el crecimiento de las células filiales (2).

El principal problema de la hipoacusia está en la alteración de las células ciliadas de la cóclea, las cuales convierten las vibraciones sonoras en señales eléctricas que son las que llegan y estimulan al cerebro.

Todos los mamíferos, nacen con un número finito de células ciliadas y, a medida que envejecen, comienzan a deteriorarse o a lesionarse por diferentes

motivos, entre ellos por los ruidos intensos o por acción de medicamentos o drogas ototóxicas. Cuando estas células no se pueden reemplazar se inicia la pérdida auditiva o sea la hipoacusia.

Sin embargo es un hecho que las aves adultas pueden regenerar sus células ciliadas después de que, estas, se lesionen (Universidad de Washinton 1988). Ante este hecho la pregunta sería ¿Por qué los humanos no pueden hacerlo también? «**Si se lograran regenerar estas células se erradicarían o mejoraría la gran mayoría de las sorderas a nivel de la cóclea u oído interno»** (3)

Esa tentadora pregunta inspiró un estudio en 2014 que aún están activo, mediante ensayos con seres humanos con una pérdida auditiva de severa a profunda con un prometedor agente biofarmacéutico de dosis única como es la terapia génica **CGF166**. El principio estaría en que si modificamos los genes de las células ciliadas del ser humano, éstas podrían volver a crecer. El **CGF166** es un vector adenovirus 5 recombinante (Ad5) que contiene un ADNc que codifica el factor de transcripción Atonal humano (Hath1).

2. Objetivo del estudio

Evaluar la seguridad y tolerabilidad de una infusión intracoclear, o sea dentro del oído interno, de la terapia génica con **CGF166**.

Otro objetivo es valorar la eficacia del **CGF166** midiendo los cambios en las funciones auditivas antes y después del tratamiento genómico.

Algunos de los posibles beneficios que se supone que el **CGF166** puede proporcionar incluyen mejoría de la audición que se manifiesta por una mejor inteligibilidad de la palabra y la posibilidad de poder beneficiarse, suficientemente, de un audífono y, así, evitar la necesidad de tener que utilizar un implante coclear.

3. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión fueron los adultos de 18 a 75 años de edad con pérdida auditiva severa en ambos oídos. Se excluyeron los candidatos que su pérdida auditiva era causada por trastornos genéticos o malformativos, cirugía previa ó trauma. Además, se excluyeron los candidatos que eran portadores de implantes cocleares, enfermedad de Menière o enfermedades inmunodeficien-

tes. Durante el período de cribado, a los participantes se les evaluó a fondo la función auditiva y vestibular.

Durante el estudio, de una duración mínima de un año, se realizarán periódicamente exploraciones clínicas (Audiometría tonal y vocal así como audiometrías de altas frecuencias, y también exploraciones vestibulares mediante Posturografía Dinámica y Videonistagmografía).

A todos los pacientes seleccionados para este estudio experimental se les introdujo en la cóclea el fármaco del estudio, **CGF166**, que es una terapia genética. Este producto es un virus tipo gripe común que se ha tratado debilitándolo por lo que no puede multiplicarse pero lleva el gen que se espera que ayude a las células ciliadas lesionadas existentes en el oído interno a convertirlas de nuevo en células funcionales. (4)

Los participantes en este estudio son seguidos clínicamente por un mínimo de 169 días después de la inyección intracoclear del producto en estudio.

Como ya hemos mencionado previamente en las visitas de seguimiento se incluirán pruebas auditivas y vestibulares similares a las pruebas realizadas antes de la introducción de este regenerador celular.

4. Resumen

La terapia genética con **CGF166** está demostrando su eficacia en varios modelos animales *in vivo* con una regeneración de las células ciliadas duradera. Clínicamente se evidenció este efecto al encontrar una mejora parcial en la función auditiva tras la administración intralaberíntica del producto.

El índice de toxicidad del producto es muy bajo en los animales de laboratorio ensayados, tanto en las ratas como en el mono Rhesus, a dosis clínicas.

La forma de introducir el producto es fácil ya que se realiza a través de una platinostomia en la ventana oval. Los investigadores consideran que será necesario aplicar el fármaco una sola vez para poner en marcha la regeneración.

Auris Medical, laboratorio suizo, también lleva a cabo un ensayo con una medicación experimental (AM-111) **útil en las personas que han sufrido una pérdida súbita de la audición**. El fármaco no es de administración oral, se

introduce en el oído y solo es eficaz si se inyecta en una ventana de tiempo muy reducida, a las 48 horas de que ocurra la pérdida auditiva. (5)

En general se sospecha que primero será una realidad las medicinas que puedan prevenir la sordera y después llegarán las estrategias de tipo regenerativo de las células lesionadas. «Todos estos fármacos aún no son una realidad clínica, pero aunque lo fueran, se utilizarían en combinación con los dispositivos electrónicos».

5. Otros fármacos que pueden actuar regenerando los daños del oído interno

Otra línea de acción más prometedora es la utilización de productos que intenten reducir el daño oxidativo que sufre el oído interno. (3)

La combinación de citrato de magnesio, extracto de *Ginkgo Biloba* y melatonina es un nuevo y potente compuesto antioxidante que favorece la función auditiva y regula el ritmo de sueño-vigilia, debido a las acciones de sus componentes, que aumenta el riego sanguíneo, mejorando la microcirculación sanguínea de los nervios y disminuye el estrés oxidativo, debido a su potente efecto antioxidante, favoreciendo así la mejoría de la audición y los acúfenos. Además, ayuda a regular el ritmo de sueño-vigilia, muy ventajoso para aquellas personas que padecen tinnitus y frecuentemente les resulta difícil conciliar el sueño.

6. El efecto de las vitaminas

Se está llevando a cabo un ensayo con un producto que combina vitaminas antioxidantes con magnesio. Cuando se combina el poder antioxidante de las vitaminas con la capacidad vasodilatadora del magnesio se pierde menos audición, según José Manuel Juiz, coordinador del proyecto. (1)

El estudio se basa en exponer a un grupo de jóvenes con una audición normal durante cuatro horas seguidas en un ambiente con música muy alta que les llegaba directamente a través de sus auriculares. A la mitad del grupo se les administró, antes de su exposición al ruido, su tratamiento para proteger el oído interno, y al resto un placebo. La prevención funcionó en los que tomaron la medicación.

La Universidad de Illinois (3), dirige otro estudio para comprobar si un aminoácido, la **metionina**, puede preservar el nivel auditivo de los soldados expuestos al daño acústico derivado de su exposición al ruido ocasionado al disparar sus rifles.

7. Conclusiones.

- 1- El tratamiento ideal para tratar los efectos del envejecimiento o destrucción de las células ciliadas externas e internas, que son las encargadas de la audición, está en encontrar un sistema de regeneración celular mediante las terapias génicas que produzcan una multiplicación de éstas células funcionales.
- 2- La administración de **CGF166** en oídos de voluntarios que sufren de hipoacusia severa o grave promete posibilidades de éxito. (1)
- 3- Hasta que podamos disponer físicamente de estas terapias para administrar directamente al paciente, por vía oral, deberá transcurrir un tiempo indeterminado.
- 4- La combinación de citrato de magnesio, extracto de *Ginkgo Biloba* y Melatonina es un nuevo y potente compuesto antioxidante que favorece la función auditiva y regula el ritmo de sueño-vigilia, debido a las acciones de sus componentes, que aumenta el riego sanguíneo, mejorando la microcirculación sanguínea del sistema nerviosos y disminuye el estrés oxidativo, por su potente efecto antioxidante, favoreciendo así la audición.

Conflictos de intereses.

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés en este artículo.

Pedro Clarós, Orcid ID: orcid.org/0000-0002-7567-0370

8. Bibliografía

1. **Hinrich S.**, Study Contact cgf166-participants@kumc.edu, 913-588-7770
2. **Plontke SK.** Otology Jubilee: 150 years of the Archiv für Ohrenheilkunde “Where do we come from?--Where are we?--Where are we going?” Eur

Arch Otorhinolaryngol. 2015; 272(6):1301-3. Doi: 10.1007/s00405-015-3538-4. Epub 2015 Feb 18.

3. **Plontke SK** Safety, Tolerability and Efficacy for CGF166 in Patients with Bilateral Severe-to-profound Hearing Loss Clinical Trials. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2015; 272 (6):1301-3. Doi: 10.1007/s00405-015-3538-4. Epub 2015 Feb 18.
4. **Staecker Hinrich**, CGF166 | RAC Meeting December 4, 2013
5. **Cohen Rena** (240) 632-5501 ir@genvec.com





INFLUENCIA DE LAS HORMONAS SEXUALES EN LA VOZ DE LAS CANTANTES DE ÓPERA.

Dr. Pedro Clarós

Doctor en Medicina y Cirugía. Académico de número de la Real Academia Europea de Doctores.
Barcelona. Doctorando del Programa de Ciencias de la Salud,
Equipo de Investigación en Neurociencias. Universidad Camilo José Cela. Madrid.

Dr. Francisco López-Muñoz

Doctor en Medicina y Cirugía, Doctor en Lengua Española y Literatura.
Profesor Titular de Farmacología. Director de la Escuela internacional de Doctorado
de la Universidad Camilo José Cela Madrid.
Académico de número de la Real Academia Europea de Doctores.

El objetivo de este trabajo es hacer una revisión del efecto de las hormonas sexuales sobre la voz de las cantantes de ópera y destacar la gran actividad de las hormonas sobre la laringe del ser humano. Su influencia sobre la laringe demuestra los cambios de voz que sufre la cantante sobre toda su vida profesional.

PALABRAS CLAVE: Hormonas sexuales, voz, opera, cantantes, laringe.

□ □ □

L'objectiu d'aquest treball és fer un repàs de l'efecte de les hormones sexuals sobre la veu de les cantants d'òpera i destacar la gran activitat de les hormones sobre la laringe de l'ésser humà. La seva influència sobre la laringe demostra els canvis de veu que pateix la cantant sobre tota la seva vida professional

PARAULES CLAU: Hormones sexuales, veu, opera, cantants, laringe.

□ □ □

The aim of this work is to review the effect of sex hormones on the voice of opera singers and highlight the great activity of hormones on the larynx of the human being. Its influence on the larynx demonstrates the voice changes suffered by the singer over her entire professional life.

KEY WORDS: Sex hormones, voice, opera, singers, larynx.

□ □ □

Introducción

La influencia de las hormonas sexuales en la voz femenina de las cantantes es un fenómeno frecuente e importante para su carrera profesional y evidencia que “muchos de los problemas de voz que se dan en las cantantes de ópera son debidos a los cambios hormonales que se presentan a lo largo de sus carreras profesionales y que las cantantes deben ser conocedoras de su existencia y consultar con el médico especialista otorrinolaringólogo experto en la laringe de los cantantes” (1).

Las variaciones hormonales a lo largo de su vida pueden desencadenar discretas alteraciones, tales como edemas de las cuerdas vocales, congestión u otras afectaciones durante el ciclo menstrual normal o incluso cambios significativos de la voz debidos a la disminución dramática de los estrógenos en la menopausia, sin olvidarnos de lo que ocurre durante el embarazo o con el tratamiento anticonceptivo o el que se administra para conseguir la procreación.

Todos los cambios fisiológicos observados en la función laríngea de la mujer debido al desequilibrio hormonal o a las fluctuaciones cíclicas que acompañan al ciclo menstrual alteran la calidad de la voz.

Las mujeres tienen una prevalencia de trastornos de la voz significativamente mayor que los hombres (46,3% frente a 36,9%), y las fluctuaciones hormonales tienen una clara diferencia entre los dos grupos (1).

Al revisar la literatura que relaciona las fluctuaciones hormonales y la producción de la voz femenina vemos que la laringe se describe como un órgano sensible a la influencia de las variaciones y concentraciones hormonales. Esto significa que los cambios hormonales pueden afectar la estructura normal de las cuerdas vocales, la integridad del tejido y a su función fonatoria (2). Estos desequilibrios hormonales pueden asociarse a una variedad de factores, tales como el estrés, el síndrome de ovario poliquístico, el embarazo, el tratamiento para el control de la natalidad, la disfunción tiroidea, la diabetes y/o a los trastornos endocrinos en general.

Las diferentes hormonas sexuales en la mujer tienen distintas responsabilidades dentro del cuerpo femenino. Las hormonas de mayor interés a menudo son los estrógenos, la progesterona y la testosterona.

Los estrógenos son principalmente hormonas femeninas responsables del funcionamiento y crecimiento de los órganos reproductores femeninos. Las reducciones en los niveles de los estrógenos producen sequedad de las mucosas y un exceso de estrógenos causa retención de líquidos. El bienestar general de la mujer también se ve influenciado por los niveles de estrógenos, ya que un nivel de estrógenos equilibrados se asocia con una energía óptima, un sueño reparador, claridad en el pensamiento y una mayor concentración y memoria.

La progesterona es otra hormona femenina que equilibra los efectos de los estrógenos y a veces se la conoce como la hormona relajante. Actúa construyendo el revestimiento uterino, disminuye o inhibe la permeabilidad capilar, lo que aumenta la hinchazón y tiene efectos deshidratantes en la mucosa, haciendo que el moco sea más denso y más opaco. La progesterona causa un aumento en la temperatura basal y desaparece en la menopausia.

La testosterona se considera, principalmente, como una hormona masculina, pero también se produce en niveles bajos en las mujeres y es vital para ellas. La testosterona ayuda a hombres y mujeres a mantener la masa muscular y la fortaleza ósea, así como la sensación de bienestar y energía. El aumento de la testosterona en las mujeres puede hacer que disminuya la frecuencia fundamental de la voz y puede tener un efecto de engrosamiento y de sequedad en la mucosa laríngea (2). La disminución de la testosterona en hombres y mujeres puede causar una disminución en la masa muscular.

En el síndrome vocal premenstrual (SVPM) se observa que durante la fase isquémica del ciclo menstrual se producen cambios vasculares y musculares en la mucosa (1). Más específicamente, la mucosa vocal está edematosas y seca, con una reducción en su amplitud vibratoria. Los cambios vasculares que se producen incluyen la presencia de microhematomas submucosos y/o dilatación de los capilares ya existentes desarrollando microvarices, con edema reaccionario.

Los cambios musculares de la musculatura intrínseca de la laringe que se ocasionan son: tono vocal disminuido, limitación del poder de contracción y del rango vocal. Clínicamente, las pacientes presentan fatiga vocal, disminución del rango fonatorio, disminución de la potencia y presencia de un timbre plano. Sin embargo, hay otros estudios que no encuentran diferencias significativas en las medidas acústicas de la calidad vocal durante el ciclo menstrual (3-4).

La prevalencia de estos efectos varía según los estudios efectuados con la voz femenina durante la menopausia desde el 17% (1) al 77% (5).

Otro de los efectos que ocurren en la menopausia y que alteran la función de la voz son los que actúan sobre los tejidos laríngeos y producen atrofia muscular y de la mucosa, retención de líquidos y edema de las cuerdas vocales con aumento de la viscosidad del moco (1, 6).

1. El papel de las hormonas

Etimológicamente, el término “hormona” procede del griego *Horman*, usado por Hipócrates para designar “excitación”. En 1905, el fisiólogo Inglés Ernest Starling (1866-1927) fue el primero que introdujo el término “Hormona”, refiriéndose a un mensajero químico que llegaba a las células a través de la circulación sanguínea y producía una acción específica o el crecimiento o inhibición de algunas partes del cuerpo humano.

Así, por ejemplo, la adrenalina tiene efecto sobre el corazón produciendo excitación, la testosterona aumenta la libido y los estrógenos y la progesterona desencadenan la menstruación. A su vez, los estrógenos, la progesterona, los andrógenos y la testosterona tienen gran afinidad por los tejidos de la laringe, en la que producen cambios y modifican la calidad de la voz.

Los estrógenos segregados por los ovarios tienen un efecto fisiológico positivo sobre la característica de la laringe femenina de las cantantes. La presencia de los estrógenos induce a la hipertrofia y proliferación de tejido celular, lo que produce un engrosamiento del recubrimiento mucoso de las cuerdas vocales, ocasionando una mayor amplitud de vibración de las cuerdas vocales, así como una disminución de la producción del moco laríngeo, lo que conduce a la necesidad de tener de aclarar la voz constantemente, por calentamiento de las cuerdas vocales.

Los estrógenos mejoran también la oxigenación de las cuerdas vocales y aumentan la permeabilidad de los vasos sanguíneos y capilares en ellas (7). En realidad, la función más importante de los estrógenos es preparar los tejidos de los órganos reproductores para que actúe la progesterona, que también se produce en los ovarios. Esta modificación de los recubrimientos mucosos, especialmente los del útero, son los que permiten que el óvulo se implante durante el periodo fértil, o sea, en las edades entre 15 a 55 años. (8).

La progesterona, así mismo, tiene la acción de espesar las secreciones de las glándulas situadas en el recubrimiento mucoso de las cuerdas vocales. Esta interacción de las dos hormonas puede hacer que el contenido intersticial de los tejidos se extravase y como consecuencia se produzca un edema de las cuerdas. Pero para evitarlo, la progesterona frena la extravasación capilar. Gracias a la acción equilibrada de estas dos hormonas se produce un equilibrio en los líquidos del interior de las cuerdas vocales, pero cuando hay un desequilibrio entre ellas se produce, como consecuencia, una anomalía en la vibración vocal y un patrón de ondulación patológica.

En general, las mujeres tienen una escasa secreción de hormonas masculinas, andrógenos y testosterona. La testosterona influye en su libido y a niveles bajos, mejora la producción de los armónicos de tono bajo en su voz. Pero, si su secreción es alta, se produce hirsutismo. Esta masculinización de la voz debido a dosis altas de hormonas masculinas es una condición irreversible en la mayoría de los casos, según diversos autores (9).

La mucosa de la laringe y la del cérvix uterino tienen mucha similitud, pues ambas contienen células escamosas epiteliales en su capa mucosa de recubrimiento y se modifican durante el ciclo menstrual (2).

2. ¿Qué ocurre en la laringe durante la pubertad?

Los seres humanos nacemos con las características sexuales básicas que nos definen como hombre o mujer, según tengamos pene o vagina. Después, las características secundarias aparecen durante la pubertad, en la mujer los senos mamarios y la barba en el hombre. La laringe también se diferencia en el hombre; por ello que se la considere como una característica sexual masculina secundaria.

Cuando oímos el llanto de un bebé, observaremos que no tiene una distinción de género. A lo largo del desarrollo del ser humano se va diferenciando la voz progresivamente por la secreción de las hormonas sexuales. Es, precisamente, en la pubertad cuando la acción progresiva de las hormonas va a diferenciar a los chicos de las chicas por la presencia de la procidencia laríngea y por el timbre de la voz emitida. Esto lo conocemos como el rango vocal prepuberal del adolescente (10).

Los cambios de la voz en los niños empiezan sobre los 7 a 8 años y se hace en tres fases (10). La pre-mutación en los niños se presenta entre los 8-9 años y en las niñas a los 7 u 8 años; la verdadera mutación entre los 14-15 años en los niños y la post-mutación viene a continuación (11). En esta fase de la pre-mutación se establecen los niveles máximo y mínimo de la intensidad de la voz hablada y cantada, con una disminución del tono fundamental (11).

En los niños pequeños, la voz es denominada “voz blanca” por su pureza y frecuencia fundamental. Luego, en los niños, la voz, durante el periodo de la pubertad, baja una octava. Esto ocurre en dos fases, antes y después de los 8 años. En este periodo, es frecuente que la voz se rompa debido al crecimiento acelerado de la laringe y de los músculos y ligamentos laríngeos (11).

La voz de las niñas, en este periodo de la pubertad, se comporta de un modo diferente. Cambia gradualmente en dos fases a los 6 y a los 11 años. El primer cambio ocurre inmediatamente antes de la pubertad y el segundo en medio de ella. Los signos de la pre-mutación aparecen entre los 7- 8 años. El otro cambio de la voz en las niñas ocurre entre los 16-17 años, con una duración de 6 a 12 meses. La voz de las niñas solo experimenta una bajada de algunas notas de su rango vocal, ya que el crecimiento de su laringe no se acompaña de la descarga masiva de testosterona, como en los niños. Esto hace que el cambio de la voz en la mujer sea gradual y continuo. Este cambio es más suave y está regulado por los estrógenos y la progesterona (11).

Muchas veces se desconocen estos hechos que ocurren en las fases de pre y post-pubertad en los niños, así como su presentación cronológica y entonces se les fuerza a cantar con una frecuencia demasiado aguda, con lo que estos niños van a tener una fatiga vocal y pueden desencadenar, como consecuencia, problemas patológicos (12).

La fisiología normal de la voz del adolescente representa unos cambios en un periodo corto de tiempo que son los que hacen pasar la voz de niño a la de adulto y solo al final de este periodo se podrá valorar la tesitura real de los jóvenes cantantes. Su rendimiento vocal se definirá al final del desarrollo de la laringe en los niños (13).

3. Vínculos entre la endocrinología y la voz

La endocrinología es la especialidad que trata la acción, el nivel y el efecto de las hormonas en el cuerpo humano. En 1980, Sataloff fue el primer otorrinolaringólogo que se interesó en explorar los efectos de las hormonas sobre la voz humana (14). En su artículo titulado “Hormones and the Voice”, detalla las respuestas de la voz a las variaciones de la hormona tiroidea y de las hormonas sexuales y establece que muchas disfonías son debidas a los cambios de los líquidos que se acumulan en la lámina propia que se encuentra debajo de la capa mucosa laríngea de las cuerdas vocales. Así mismo, estas hormonas producen cambios en el grosor de las cuerdas vocales, causando variaciones en la calidad de la voz (15).

Un déficit de hormona tiroidea, sobre todo en las cantantes femeninas de cierta edad afectas de hipotiroidismo, ocasiona la presencia de síntomas tales como disfonía, ronquera, sensación de voz velada, fatiga vocal, pérdida del rango vocal, lentitud, sonido amortiguado, y a veces, el sentimiento de tener un cuerpo extraño en la laringe (16).

En los cantantes con hipotiroidismo marcado, la disfonía se debe al edema de las cuerdas vocales y a la congestión del músculo vocal. Por otro lado, el hipertiroidismo, responsable de la tirotoxicosis, afecta, también, la voz del cantante, produciendo disfonía. Ambos cuadros son controlables y reversibles con el tratamiento hormonal adecuado.

4. El síndrome vocal premenstrual (SVPM)

La mujer está influenciada por el ciclo menstrual de 28 días que le ocasiona una secreción hormonal periódica en distintas fases cada mes que influyen, entre otras cosas, sobre el estado de la voz.

Estas variaciones hormonales son para que el cuerpo femenino se prepare para la concepción, embarazo y el parto (17). Los acontecimientos del ciclo menstrual están regulados por el hipotálamo, que libera las hormonas de producción de gonadotropinas (GnRH) a la glándula pituitaria, órgano rector de todas las glándulas y, ésta libera dos hormonas que actúan sobre los ovarios, la hormona estimulante folicular (FSH) y la hormona luteinizante (LH). Cuando la FSH alcanza los ovarios se produce la secreción de estrógenos y empieza la fase folicular del ciclo menstrual. Los niveles de estrógenos aumentan rápidamente con el fin de preparar al útero para que el óvulo se libere y sea fecundado (18).

Al comienzo de la fase folicular, el revestimiento de la pared uterina es más fino y al final es más grueso. La fase folicular dura 14 días, lo que cuenta el primer día de la menstruación como el día uno (17). Los niveles de estrógenos están en su nivel más alto en el día 14 del ciclo, lo que hace que se produzca la ovulación y se secreten grandes cantidades de progesterona. Esto marca el comienzo de la fase lútea, que se centra en la preparación del útero para el embarazo. Si el óvulo es fertilizado, la progesterona será segregada durante el embarazo. Si el óvulo no es fertilizado, los niveles de estrógeno y progesterona se desploman y el grueso revestimiento de la pared uterina se elimina como flujo menstrual, lo que indica el final del ciclo menstrual (19).

“El efecto del ciclo menstrual sobre la voz” es un tópico de mucho debate e investigación (19). Durante el periodo premenstrual las cantantes experimentan problemas que no se pueden clasificar como psicógenos o relacionados con la ansiedad (18). La evidencia empírica de una relación entre las fases de la menstruación relacionadas con la calidad de la voz proporciona la comprensión de esto a través de entender este concepto (1).

En el estudio que hace Abitbol, examinando y comparando el tejido cervical y un frotis de la mucosa de recubrimiento de las cuerdas vocales en el mismo día de las fases folicular y luteínica, las dos muestras de tejido se componen de las mismas células epiteliales escamosas. Concluye afirmando que “la correlación fue extraordinaria y perfectamente concordante con todas las pacientes en la ovulación en los días 25-27 del ciclo” (2).

El término síndrome premenstrual (SPM) es ampliamente utilizado en referencia a un malestar general experimentado por algunas mujeres antes de la menstruación, durante la fase lútea de la ciclo menstrual. Los síntomas asociados con el SPM incluyen depresión, ansiedad, irritabilidad, letargo, cambios en el apetito, hinchazón, dolores de cabeza, dolor en las articulaciones o en los músculos y otros cambios emocionales y físicos que incluso pueden interferir con la función ocupacional de la persona afectada (18). El SPM no se manifiesta en todas las mujeres, aunque el 75% presenta algunos cambios físicos de los mencionados que ocurren durante la fase del período premenstrual (13).

Sataloff explica que los efectos negativos de los cambios de la voz durante el SPM se conocen como *Laringopathia premenstrualis*, que es “una afección común causada por alteraciones fisiológicas, anatómicas y psicológicas secundarias a los cambios endocrinos” (14).

Los cambios en la voz pueden estar presentes durante el SPM. A estos nos referimos, a menudo, cuando mencionamos que el síndrome vocal premensual (SVPM) es el cambio en la estabilidad de la cuerda vocal debido a fluctuaciones de los niveles hormonales (17).

Los síntomas comunes que se producen incluyen: fatiga vocal, pérdida de los tonos altos y la capacidad de cantar a voz baja, pérdida de fuerza en la voz y una disminución de armónicos, con el resultado de un sonido ronco.

En los días previos a la menstruación se presenta sequedad de la laringe debido a la inestabilidad de los niveles de estrógenos y de progesterona, y esta sequedad lleva a la necesidad de carraspear para limpiar la garganta. El exceso de tensión vocal durante esta fase podría, eventualmente, conducir a la aparición de nódulos en las cuerdas vocales (17).

En un estudio realizado por Ryan y Kenny en cantantes expertas valorándose su habilidad para cantar el aria “*O mio babbino caro*”, de la ópera *Gianni Schicchi* de Giacomo Puccini, en varios momentos a lo largo del mes, para medir los cambios en sus voces en relación al ciclo hormonal. A estas cantantes se les pidió que mantuvieran un diario con todos sus síntomas físicos que les acontecían en relación a los estados de ánimo y la producción vocal. Relataron todos los síntomas vocales esperados, tales como ronquera, fatiga vocal, pérdida de fuerza y disminución de la amplitud al cantar durante la menstruación (20). El estudio concluyó que, aunque las cantantes fueron capaces de determinar con precisión en qué momento de su ciclo se tomaron las grabaciones, los que las revisaban no lo fueron. Esto quiere decir que los síntomas de SVPM son, a menudo, más evidentes para la cantante que para el oyente. Este resultado pone de relieve la complejidad del efecto percibido de los cambios hormonales en la voz femenina durante el canto.

Esto coincide con la observación de Sataloff de que los síntomas de SVPM son a menudo más evidentes para la cantante que para el oyente (14).

5. Efectos de los anticonceptivos en la voz cantada femenina

La anticoncepción oral fue aprobada para su uso por la Food and Drugs Administration (FDA) en los Estados Unidos en 1960. En las primeras generaciones de estos fármacos, se aconsejaba a las cantantes profesionales no tomarlos, debido al riesgo de dañar permanentemente la voz. Este riesgo estaba vinculado

al hecho de que las primeras generaciones de la píldora contenían testosterona y niveles elevados de andrógenos, que son agentes virilizantes, que se sabe que causan una masculinización permanente de la voz, alterando así la profundidad y estabilidad del timbre entre los registros (21).

Lã (9) describe el equilibrio dentro de los registros femeninos como delicado y exigente, en contraste con la voz hablada, debido a la complejidad del equilibrio entre los dos principales músculos antagonistas del mecanismo de la voz, el músculo tiroaritenoideo que contrae las cuerdas vocales y el músculo cricoaritenoideo que las estira. Cualquier cambio en el volumen de estos músculos y ligamentos comprometerá la calidad de la voz de canto (21).

Hoy en día se sabe que el uso de los anticonceptivos orales (ACOs) estabiliza los niveles hormonales en todas las fases del ciclo menstrual, a diferencia de lo que ocurre en una mujer durante un ciclo menstrual natural. Los cambios acústicos audibles que se producen en la voz femenina durante las diferentes fases del ciclo son el resultado de la fluctuación de los niveles hormonales (12).

Para autores como Amir y Kishon-Rabin, el uso de los ACOs actuales no tiene los efectos adversos comentados en la voz femenina y, contrariamente a las versiones anteriores de la píldora, podría, incluso, producir una voz más estable y de mejor calidad debido al control de la frecuencia y amplitud de la voz, que es el resultado de la estabilidad vocal. Para las mujeres que sufren los cambios de voz durante su ciclo menstrual estaría, incluso, indicada su prescripción por mejorar la regulación de la vibración las cuerdas vocales (8).

Los efectos de la píldora anticonceptiva oral combinada de tercera generación estabiliza la voz cantada durante todo el ciclo menstrual minimizando las fluctuaciones hormonales, ya que contiene dosis bajas de hormonas sintéticas.

Las hormonas que se encuentran comúnmente en los anticonceptivos actuales son una combinación de drospirenona y etinilestradiol. La drospirenona es similar a la progesterona natural que se segregó por los ovarios siendo, además, un compuesto anti-androgénico. Por lo tanto, se puede deducir que la drospirenona podría potencialmente mitigar la virilización de la voz femenina (22).

Administrar una dosis constante de estrógeno y progestina durante todo el mes elimina las fluctuaciones hormonales (9) y mejora la calidad de la voz en mujeres sanas en comparación con sus homólogas que no estaban tomando ACOs.

El uso de ACO monofásicos también alivia los síntomas menstruales, tales como los cólicos abdominales que se asocian al SPM, que comprometen la técnica específica de respiración llamada *appoggio*, que es utilizado por los cantantes. Esta técnica requiere el apoyo de la respiración diafragmática y el uso de músculos intercostales y abdominales. Los hallazgos de Lã también revelan una nueva hipótesis, que es que los cambios vocales femeninos también pueden estar relacionados con cambios en los niveles de concentración de testosterona libre (9). La testosterona libre es un tipo de hormona que no está ligada a las proteínas y que es responsable de los rasgos sexuales (23).

Debido a que los niveles más altos de estradiol (estrógeno) y de progesterona se encuentran en la fase lútea del ciclo menstrual las diferencias vocales sólo se encontrarán durante la menstruación en la fase folicular, según ciertos autores. Es probable que los cuerdas vocales reaccionen a las variaciones de los niveles de testosterona libre, hecho que ocurre cuando hay inestabilidad en los niveles de los estrógenos y de la progesterona (9-21).

Las mujeres son más susceptibles a los efectos de la testosterona sobre la mucosa laríngea que los hombres, independientemente del hecho de que los hombres tienen concentraciones mucho más altas de testosterona en comparación con las mujeres. Es decir, los hombres mantienen un nivel constante de testosterona durante todo el mes, mientras que las mujeres sólo lo hacen durante el ciclo menstrual (24).

Como se ha indicado anteriormente, las mujeres solo tienen pequeñas cantidades de testosterona libre, ya que los niveles elevados tienen marcadas repercusiones androgénicas. Así mismo, los niveles elevados de testosterona libre causan una mayor retención de líquidos en la mucosa de las cuerdas vocales con variaciones en las fases menstrual y folicular del ciclo (24).

Los anticonceptivos monofásicos pueden ser prescritos a las cantantes que acusan los cambios cíclicos, debido a que sus componentes, tales como la drosopirenona poseen propiedades anti-androgénicas que ayudan a mitigar la retención de líquidos, consiguen niveles más bajos de testosterona libre y estabilizan y regulan los patrones vibratorios de las cuerdas vocales durante todas las fases del ciclo menstrual (9).

Además del uso de ACOs para regular la estabilidad de la voz, Sataloff (14) sugiere que “en circunstancias extremas se pueden utilizar para modificar la fase de la menstruación, pero esta práctica sólo se justifica en situaciones especiales”.

6. El embarazo y la cantante de ópera

Existen dos condiciones que anulan el ciclo hormonal que regula la menstruación. Una es el embarazo y la otra la menopausia. La voz se modifica durante el embarazo especialmente en el tercer trimestre.

Durante el embarazo, el cuerpo experimenta importantes cambios fisiológicos, anátomicos, metabólicos y hormonales y son las hormonas esteroideas sexuales las que afectan directamente a la laringe, en especial a la mucosa, músculos y su lubricación.

La voz es sensible a los niveles elevados de hormonas esteroideas sexuales que se producen durante el embarazo, especialmente durante el último trimestre, cuando los estrógenos y la progesterona están más altos de lo normal, siendo la progesterona la hormona dominante (25).

Durante el embarazo no existen los cambios vocales periódicos que, habitualmente, acompañan al ciclo menstrual (26). En su lugar, las mujeres embarazadas experimentan cambios vocales durante el embarazo a medida que progresan su gestación. Es la denominada *Laringopatía gravídica* que puede relacionarse con cambios en la voz, tales como una disfonía, similar a la que se presenta durante el ciclo menstrual. Así pues, los cambios vocales del embarazo son incluso beneficiosos para la voz cantada. La voz de las embarazadas tiene un sonido agradable y mejor debido al aumento de las hormonas (1).

La calidad de la voz, especialmente de los 2 a los 7 meses de embarazo, es mejor debido a una mayor lubricación de las cuerdas vocales, lo que permite a las cantantes profesionales cantar sin dificultad. Sin embargo en los últimos 2 meses del embarazo, el apoyo respiratorio es más difícil debido al aumento de la distensión abdominal y es difícil mantener un buen soporte respiratorio, lo que se transforma en una respiración clavicular alta (25).

Durante el tercer trimestre se produce un aumento del umbral de fonación (PTP) y del umbral de presión de colisión (CTP) (25). PTP es la cantidad más baja de presión subglótica requerida para iniciar y mantener la oscilación de la cuerda vocal, y CTP es la menor cantidad de presión subglótica necesaria para la colisión de la cuerda vocal.

Durante los meses finales del embarazo, las fibras de colágeno de la lámina propia de las cuerdas vocales aumentan de grosor y esto produce la disminución de la motilidad de la cuerda vocal, que es desfavorable para la voz cantada (27).

En este mismo periodo, la voz cantada tiene una disminución de su brillo debido a la sequedad que se produce en este periodo y al aumento de los estrógenos y progesterona durante el embarazo (28).

Otro de los síntomas sonoros característicos en el embarazo es la irritación de las cuerdas vocales durante el primer y el tercer trimestre, debido a la hiperemia (aumento del flujo sanguíneo) causada por el vómito y en el tercer trimestre el efecto del reflujo gastroesofágico (28).

Hay significantes cambios en el cuerpo de la mujer durante el embarazo; sin embargo, en la literatura hay muy pocos artículos que se refieran a la repercusión de la voz de la cantante. Las variaciones hormonales en el embarazo producen cambios en la voz, tales como alteraciones de la movilidad de las cuerdas vocales y de la aducción glotal.

7. La voz cantada y la menopausia

En la civilización griega, 400 años a.C., cuando la esperanza de vida promedio era de 23 a 27 años, una mujer en la menopausia era virtualmente, o por lo menos, una excepción inusual. Incluso en la Edad Media, cuando la esperanza de vida aumentó hasta los 40 años, la menopausia no era frecuente en las mujeres, ya que la mayoría no vivían lo suficiente para entrar en esa fase de la vida (29).

Hoy la situación es muy diferente. La edad media de la menopausia está entre 50 a 59 años y la esperanza de vida en 85 años, lo que significa que la mujer de hoy gastará casi un tercio de su vida en un estado deficiente en estrógenos (29).

Según un artículo de 2015 publicado en *Telegraph* del Reino Unido, la próxima generación de mujeres vivirá más de 100 años (32). La implicación de esta estadística es que una mujer podría ser post-menopáusica durante el 50 por ciento de su vida.

Las mujeres en el periodo de la postmenopausia tienen niveles bajos de estrógenos y de progesterona y por lo tanto los andrógenos tienen una acción más significativa.

Durante la menopausia, los ovarios cesan la producción de progesterona y finalmente funcionan sólo como una glándula endocrina que secreta muy poca hormona. Cuando el nivel de los estrógenos es menor, los receptores de hor-

monas sexuales reciben más andrógenos, ocasionando el engrosamiento de la mucosa de las cuerdas vocales y dando lugar, como resultado, una voz más grave, con una cualidad más masculina (30).

En el artículo “Sex hormones and the female voice”, Abitbol explica los numerosos efectos de los andrógenos sobre la voz en la mujer, comenzando con la corteza cerebral y, en particular, sobre el hemisferio izquierdo del cerebro (1). Los andrógenos también afectan a los órganos genitales (útero, ovarios y senos). El músculo estriado de las cuerdas vocales, como consecuencia del efecto de los andrógenos se afecta y se atrofia (1) . Esta atrofia se suma al adelgazamiento de la mucosa de la cuerda vocal que se produce como consecuencia de la edad. Estas mismas condiciones conducen a una disminución en la hidratación de los bordes libres de las cuerdas vocales, lo que lleva a la sequedad durante la fonación, dando lugar a la fatiga vocal rápida y a una disfonía en esta situación hormonal.

Las cantantes en este periodo notan la pérdida de las notas altas y sobre todo la capacidad de cantar en *pianísimo* (1). El síndrome vocal menopáusico lleva a las cantantes a un lento y progresivo deterioro de sus voces.

Se ha utilizado la administración de hormonas de sustitución (estrógenos y progesterona sintética), siendo cuestionada por algunos equipos médicos por el riesgo de enfermedades cardiovasculares y de cáncer de mama. Sin embargo, en la actualidad, los beneficios de la terapia de reemplazo hormonal (TRH), a corto plazo, son numerosos.

No sólo se ha utilizado la TRH para controlar los síntomas tempranos de la menopausia, como sofocos, vaginitis, insomnio y mal humor, sino también prevenir el riesgo de la enfermedad cardiovascular, la enfermedad de Alzheimer y la osteoporosis (29).

En un estudio se analizaron a 100 mujeres en la menopausia (sin menstruación durante 1 año) y sin sustitutivo hormonal del síndrome vocal menopáusico; todas ellas recibieron una evaluación laríngea, así como una evaluación ginecológica y hormonal, para confirmar la menopausia. De las 100 mujeres, 83 mostraron efectos adversos mínimos en sus voces debido a cambios hormonales. Diecisiete de las mujeres presentaron clínicamente un síndrome vocal menopáusico con la disminución de la intensidad vocal, fatiga vocal, disminución del rango, pérdida de notas altas y pérdida de timbre en su voz hablada y cantada (31).

El análisis espectral de la voz (un método de valoración de la calidad del sonido) demostró que había una disminución de los armónicos y alteración de los formantes, con menor calidad en el timbre y una pérdida de color de la voz (1).

Se compararon los frotis cervicales y los frotis laríngeos y ambos demostraron atrofia de la mucosa con presencia de basófilos. La disfonía experimentada por las 17 mujeres se demostró desde el inicio de la atrofia muscular unilateral en ocho pacientes, atrofia bilateral en nueve pacientes y un adelgazamiento del pliegue vocal.

La estroboscopia, que es un medio exploratorio que se utiliza para visualizar la vibración de las cuerdas vocales mediante el uso de una luz intermitente para hacer que los objetos que se mueven rápidamente parezcan en movimiento lento, mostró una asimetría entre la cuerda vocal derecha e izquierda. El aspecto de la mucosa de las cuerdas era opaco y sin brillo.

Cuarenta y dos de las 100 mujeres recibieron terapia hormonal sustitutiva por diferentes razones: 17 de ellas con síndrome vocal postmenopáusico recibieron HRT para tratar su voz profesional, y notaron mejoría en 4 a 6 meses; 14 de ellas experimentaron una normalización de la amplitud de las vibraciones de la mucosa de las cuerdas vocales, un retorno a la forma muscular normal y ningún signo de atrofia muscular, con mejoría del timbre vocal; sólo 3 de ellas experimentaron poca mejoría de la amplitud, flexibilidad y volumen, a pesar de que hubo una mejoría en la apariencia anatómica (1).

La eficacia depende, incluso, del modo de administración de HRT. En otro estudio (32), se observó una mejoría en la calidad de la voz con el suministro de los estrógenos intranasales en comparación con las píldoras orales, basándose en la medición de los valores de fluctuación y brillo en los grupos de prueba. Estos estudios son alentadores para la cantante en la menopausia.

8. Efectos de la terapia con testosterona en la voz femenina

El artículo “Effect of testosterone therapy on the female voice” es el primer estudio de su tipo para explorar el efecto de la testosterona en la voz femenina (33).

La testosterona se usa en los varones que sufren de “disminución del nivel de testosterona” con síntomas de depresión, falta de energía y disminución de

la libido. También puede prescribirse en las pacientes femeninas después de la administración de un tratamiento exitoso en el cáncer de mama.

Otros de sus usos, es para mejorar la función sexual, la morfología corporal y la masa ósea de las mujeres en la menopausia. Sin embargo, no se les informa del riesgo potencial de masculinización de la voz.

En este estudio de Glaser, se administró testosterona subcutánea en un colectivo de mujeres peri y postmenopáusicas y se estudió los efectos sobre la voz cantada y hablada. No hubo cambio significativo en la frecuencia fundamental de habla en la zona media (34). Sin embargo, Huang (24) detectó cambios tempranos en la voz en mujeres durante la administración de testosterona.

Estas diferentes opiniones se explican porque los efectos secundarios de la terapia androgénica depende de la estructura de la molécula, el método de administración (oral, tópica o subcutánea) y su dosificación (33). Según Glaser, la testosterona no tiene efecto masculinizante en las mujeres, excepto a dosis altas de andrógenos sintéticos (34).

Las dosis altas de anabólicos orales pueden producir la masculinización de la voz cantada en la mujer. Los anabolizantes tienen las propiedades anti-inflamatorias de la testosterona, así como efectos beneficiosos sobre la fuerza muscular y densidad ósea (33).

Conclusiones

La laringe es un órgano muy sensible a los cambios de concentración de las hormonas sexuales en el cuerpo del ser humano, ya que la mucosa que recubre la laringe y la del cervix uterino tienen mucha similitud y se modifican durante el ciclo menstrual.

Los cambios en la voz pueden estar presentes durante el síndrome premensual. Los síntomas comunes que se producen incluyen: fatiga vocal, pérdida de los tonos altos y la capacidad de cantar a voz baja, pérdida de fuerza en la voz y una disminución de armónicos con el resultado de un sonido ronco. Estos síntomas transitorios son comunes durante el ciclo menstrual de la vida profesional de una cantante de ópera.

Los efectos de la píldora anticonceptiva oral combinada de tercera generación estabiliza la voz cantada durante todo el ciclo menstrual minimizando las fluctuaciones hormonales, ya que contiene dosis bajas de hormonas sintéticas.

La calidad de la voz, durante el embarazo, especialmente de los 2 a los 7 meses, es mejor, debido a una mayor lubricación de las cuerdas vocales, lo que permite a las cantantes profesionales cantar sin dificultad. Sin embargo, en los últimos dos meses el apoyo respiratorio es más difícil, debido al aumento de la distensión abdominal y es difícil mantener un buen soporte respiratorio, lo que se trasforma en una respiración clavicular alta.

Los cambios o deficiencias en la concentración de las hormonas tiroideas producen un efecto sobre la calidad de la voz y de su pitch. Incluso pequeños cambios en la voz pueden conducir al diagnóstico de disfunción hormonal como ocurre en el hipotiroidismo.

La próxima generación de mujeres vivirá más de 100 años (*Telegraph*, 2015), y esto supone que una mujer podría ser post-menopáusica durante el 50 por ciento de su vida.

Las cantantes en la menopausia suelen notar la pérdida de las notas altas y sobre todo la capacidad de cantar en *planísimo*. El síndrome vocal menopáusico lleva a las cantantes a un lento y progresivo deterioro de sus voces.

Los cambios irreversibles en el tratamiento de la menopausia en la voz se pueden producir con la administración de hormonas mixtas. Los anabolizantes de tipo esteroideo a grandes dosis pueden aumentar el riesgo de virilización de la voz.

Conflictos de intereses.

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés en este artículo.

Pedro Clarós, Orcid ID: orcid.org/0000-0002-7567-0370

BIBLIOGRAFIA

1. Abitbol, J., Abitbol, P., Abitbol, B. Sex hormones and the female voice. Journal of Voice, 1999;13 (3):424-446.

2. Abitbol, J. Normal Voice Maturation: Hormones and Age. En Benninger MS, ed., *The Performer's Voice*. San Diego: Plural Publishing, 2006.
3. Chaes,W., Choi, G., Kangh,J., Choij, O.,Jins, M.Clinical analysis of voice change as a parameter of premenstrual syndrome. *Journal of Voice*, 2001; 15 (2): 278-283.
4. Amir, O., Kishon-Rabin, L. Association between birth control pills and voice quality. *Laryngoscope*, 2004;149 (6):1021–1026.
5. Caruso, S., Roccasalva, L., Sapienza, G., Zappal, AM., Nuciforo, G., Biondi, S. Laryngeal cytological aspects in women with surgically induced menopause who were treated with transderm strogen replacement therapy. *Fertility and Sterility*, 2000;74 (6):1073-1079.
6. Cherney, K. Estradiol vs. Premarin: Comparing Strength and More. <http://www.healthline.com/health/menopause/estradiol-vs-premarin> (accessed February 14, 2016).
7. Amir, O., Biron-Shental, T. The Impact of Hormonal Fluctuations on Female Vocal Folds. *Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 2004;12 (3):180-184.
8. Lă, FMB., Ledger, WL., Davidson JW., Howard DM., Jones GL. The effects of a third generation combined oral contraceptive pill on the classical singing voice. *Journal of Voice*, 2007;21 (6):754–761.
9. Pribuisiene, R., Uloza, V., Kardisiene, V. Voice Characteristics of Children Aged between 6 and 13 Years: Impact of Age, Gender and Vocal Training. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 2011;36:150-155.
10. Hacki, T., Heitmüller, S. Development of the Child's Voice: Premutation, Mutation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 1999;49 (1S): 141-144.
11. Kadakia, S., Carlson, D., Sataloff, R. The Effect of Hormones on the Voice. *Journal of Voice*, 2013;69 (5):571-574.
12. Decoster, W., Ghesquiere, S., Steenberge, S. Great Talent, Excellent Voices. No Problem for Pubertal Girls?. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 2008;33:104-112.
13. Sataloff, R. Sex Hormones and Singers: Endocrine Effects on Voice. *The NATS Journal*, 1994;31-34.
14. Sataloff, R., Spiegel, J., Mary, J., Hawkshaw, RN., Jones, A. Hormones and the Voice. *The NATS Journal*, 1993:43-50.

15. Tata, J. One Hundred Years of Hormones. *EMBO Reports* 2005;490. <http://www.su.edu/athletic-training/athletic-training-programs/performing-arts-medicine/certificate/>
16. Mortola, J. Issues in the Diagnosis and Research of Premenstrual Syndrome. *Clinical Obstetrics and Gynecology*, 1992;35 (3):587-598.
17. Clarissa, D., Davis, M. The Effects of Premenstrual Syndrome on the Female Singer. *Journal of Voice*, 1993;7 (4):337-353.
18. Chae, SW., Geon, C., Hee, JK., Jong, OC., Sung, MJ. Clinical Analysis of Voice Change as a Parameter of Premenstrual Syndrome. *Journal of Voice*, 2001;15 (2):278-283.
19. Ryan, M., Kenny, D. Perceived Effects of the Menstrual Cycle on Young Female Singers in the Western Classical Tradition. *Journal of Voice*, 2009;23 (1):99-108.
20. Morris, R., Gorham-Rowan, M., Herring, K. Voice Onset Time in Women as a Function of Oral Contraceptive Use. *Journal of Voice*, 2009;23 (1):114-118.
21. Fuhrmann, U., Krattenmacher, R., Slater, E., Fritzemeier, KH. The Novel progestin drospirenone and its natural counterpart progesterone: Biochemical profile and antiandrogenic potential. *Contraception*, 1996;54:243-251.
22. Fraser, M., Sohrabi, RN., Farrokh, M. Free Testosterone. University of Rochester Medical Center. https://www.urmc.rochester.edu/encyclop/content.asp?ContentTypeID=167&ContentID=testosterone_free (accessed November 27, 2015).
23. Huang G., Pencina, K., Coady, J., Beleva, Y., Bhasin, S., Basaria, S. Functional Voice Testing Detects Early Changes in Vocal Pitch in Women During Testosterone Administration. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 2015;100 (6): 2254-2260.
24. Lã, F., Sundberg, J. Pregnancy and the Singing Voice: Reports from a Case Study. *Journal of Voice*, 2012;26 (4):431–439.
25. Hancock, A., Gross, HE. Acoustic and Aerodynamic Measure of the Voice During Pregnancy. *Journal of Voice*, 2014;29 (1):53-58.
26. Cassiraga, L., Castellano, AV., Abasolo, J., Abin, E., Izbizky, G. Pregnancy and Voice: Changes during the Third Trimester. *Journal of Voice*, 2012;26 (5):584-586.

27. Saltürk, Z., Lütfi Kumral, T., Bekiten, G., Atar, Y., Ataç, E., Aydoğdu, I., Yıldırım, G., Kılıç, A., Uyar, Y. Objective and subjective aspects of voice in pregnancy. *Journal of Voice*, 2015;30 (1):70-73.
28. Raj, A., Guota, B., Chowdhury, A., Chandha, S.A.. Study of voice changes in various phases of menstrual cycle and in postmenopausal women. *Journal of Voice*, 2010;24 (3):363-368.
29. D'Haeseler, E., Depypere, H., Claeys, S-, Van Lierde. K. The Impact of Menopause and Hormone Therapy on Nasal Resonance. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 2012;3769-3774.
30. Abitbol, J. *Odyssey of the Voice*. San Diego, CA: Plural Pub., 2006.
31. Yezdan, FT., Engin-Ustun, Y., Kizilay, A., Ustun, Y., Akarcay, M., Selimoglu, E., Kafkasli, A. Effect of Intranasal Estrogen on Vocal Quality. *Journal of Voice*, 2009;23 (6):716-720.
32. Glaser, R., York, A., Dimitrakakis, C. Effect of testosterone therapy on the female voice. *Climacteric*, 2016;19 (2):198-203.
33. Glaser, R., Dimitrakakis, C. Testosterone therapy in women: Myths and Misconceptions. *Maturitas*, 2013;74 (3):230-234.

□ □ □



NANOTECNOLOGÍA FRENTE AL CÁNCER

Inés Guix Sauquet

Médico Residente de Oncología Radioterápica en el Instituto Catalán de Oncología

Dr. Ferran Guedea Edo

Director de Oncología Radioterápica del Instituto Catalán de Oncología

Catedrático de la Universidad de Barcelona

Académico Numerario de la RAED

Avances profundos están cambiando de manera fundamental tanto los productos como los medios de producción del siglo XXI. Uno de estos avances es la nanotecnología. Este artículo examinará su potencial para revolucionar la medicina actual, poniendo el foco en sus posibles aplicaciones en el campo de la oncología, a través de las novedades y los frutos de la investigación nanotecnológica médica.

□ □ □

Avenços profunds estan canviant de manera fonamental tant els productes com els mitjans de producció del segle XXI. Un d'aquests avenços és la nanotecnologia. Aquest article examinarà el seu potencial per revolucionar la medicina actual, posant el focus les seves possibles aplicacions dins del camp de la oncologia, mitjançant les novetats que actualment lideren la investigació nanotecnològica mèdica.

□ □ □

Deep and pervasive advances are changing deeply both the products and the means of production of the 21st century. One of this advances is nanotechnology. This article will examine its potential to drive today's medicine forward, focusing on its possible uses inside the field of oncology, through a series of advances that build on current medical nanotechnology research.

□ □ □

1. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

La nanomedicina, si bien puede parecer a priori un campo futurista, ya comienza a ser una realidad y está irrumpiendo cada vez con más fuerza en el mundo de la oncología. El desarrollo de la mayoría de sus aplicaciones está todavía en fases preclínicas y muchos progresos nanotecnológicos aún son poco conocidos en el ámbito médico. Sin embargo, su repercusión está aumentando mucho y es previsible que en el futuro cercano su implantación pueda aportar valiosas herramientas a la batalla contra el cáncer.

La nanomedicina es la medicina basada en el uso de la nanotecnología que, a su vez, comprende el conjunto de recursos técnicos empleados para la manipulación precisa de átomos y moléculas para la fabricación de productos a micro y nanoescala.

Los preparados nanomédicos se distinguen de otros fármacos clásicos, que también pueden alcanzar tamaños similares, en que los primeros no se encuentran en formas similares en la naturaleza: son polímeros artificiales diseñados íntegramente por el ser humano, disponiendo la colocación de las moléculas que los conforman mediante nanotecnología para crear la estructura deseada.

1.1 Nanoescala

Los productos que se emplean en nanomedicina miden solamente entre 1 y 100 nanómetros de longitud, cada uno de los cuales equivale a una mil millonésima (10^{-9}) parte de un metro.

No obstante, es difícil concebir la dimensión de estas magnitudes sin recurrir a ejemplos para ilustrarla. Así pues, se estima que el grosor de una hebra de ADN abarca 3 nanómetros y un conjunto alineado de 10 átomos mide aproximadamente 1 nanómetro de largo. Esto implica que, si el tamaño de una célula cutánea fuera equiparable al de un campo de fútbol, el volumen de un producto de 50 nanómetros de diámetro correspondería al de una pelota de tenis.

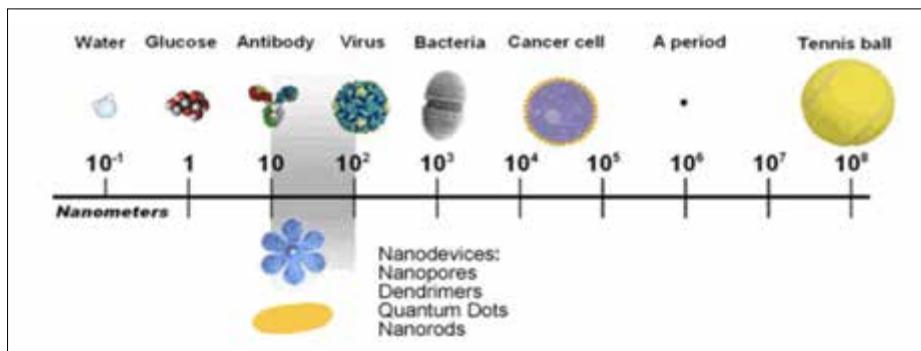


Figura 1. Nanoescala comparativa del tamaño de diversas entidades.

Fuente: National Cancer Institute.

Las dimensiones de los preparados nanotecnológicos son, por lo tanto, pasmosamente reducidas, lo que les confiere una gran versatilidad para la interacción biológica a nivel molecular.

1.2 Repercusión mediática actual

La nanomedicina es un campo nuevo en expansión, todavía poco conocido en amplios tramos del mundo sanitario. Su eco es aún muy inferior al de la inmunoterapia, que continúa siendo el principal foco de atención en la mayoría de congresos oncológicos, copando a menudo las portadas de las más importantes revistas del sector.

Actualmente en Pubmed y Google Scholar figuran publicados 6.554 y 159.000 artículos sobre nanomedicina, respectivamente, frente a 76.784 y 713.000 en el caso de la inmunoterapia. Sin embargo, ¿está la nanomedicina destinada a superarla a nivel mediático en los próximos años?

Es difícil prever cuál será el alcance de esta nueva y moderna disciplina que, a día de hoy, asiste al inicio de una etapa de efervescencia. No obstante, al analizar la progresión en el número de artículos publicados en Pubmed sobre nanomedicina oncológica en los últimos años, llama la atención su trayectoria fuertemente ascendente. Así, este campo joven, sobre el cual hasta el 2.004 únicamente figuraban indexadas 3 publicaciones, ha experimentado un rápido auge de la mano de los avances tecnológicos: en solo una década se han pasado de 92 artículos anuales (2.007) a la publicación de 1.311 el año pasado (2.017).

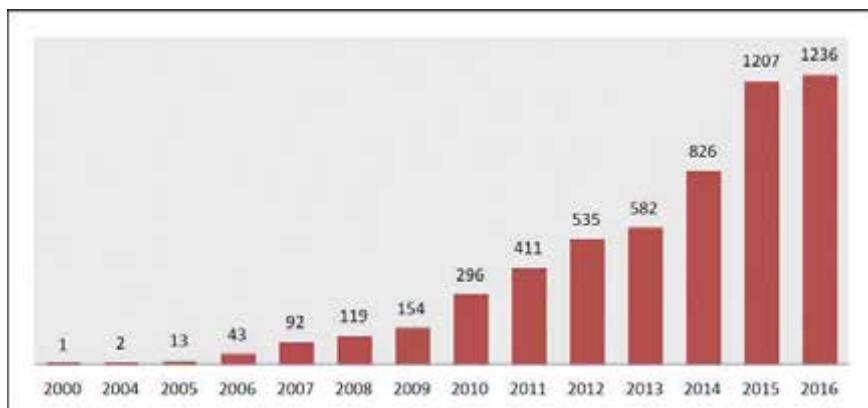


Figura 2. Número de artículos anuales publicados sobre nanomedicina oncológica en el Pubmed.

Fuente: *Pubmed*.

La nanotecnología está experimentando desde su nacimiento reciente, pues, un crecimiento vertiginoso. Por ello, es razonable augurar que en el futuro próximo, cuando sus productos superen las fases preclínicas, desempeñará un papel muy relevante en la oncología.

2. APLICACIONES MÉDICAS DE LA NANOTECNOLOGÍA

La nanomedicina es una disciplina muy amplia y versátil que comprende una extensa variedad de aplicaciones médicas oncológicas: nanocápsulas para la administración de fármacos, nanopartículas radiosensibilizantes, nanorobots, fototerapia, nanomateriales para el cálculo de dosimetrías *in vivo*, nanopartículas presentadoras de antígenos promotoras del efecto abscopal, etc.

Pese al gran interés que suscita cada una de sus diligencias, dada la imposibilidad de abordarlas todas en profundidad en un espacio limitado, el presente artículo se ocupará del análisis de las tres primeras.

2.1 Nanocápsulas para la administración de fármacos o nanocarriers

La quimioterapia es un tratamiento sistémico con numerosas virtudes que, sin embargo, provoca severos efectos secundarios. Los fármacos clásicos, una vez alcanzan el torrente sanguíneo, se distribuyen sistémicamente por todo el

cuerpo y, en lugar de atacar exclusivamente al tumor, también dañan a las células sanas que más proliferan; causando pancitopenia, mucositis, diarrea, etc.

Para intentar dar respuesta a este problema, surgen los llamados nanocarriers o nanocápsulas. Éstos, como su nombre indica, son cápsulas de escala nanométrica constituidas por polímeros no tóxicos, en cuyo interior pueden almacenar moléculas de un agente quimioterápico para transportarlo a nivel plasmático.

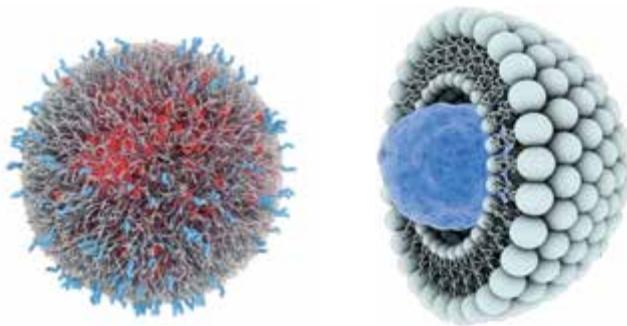


Figura 3. Representación tridimensional de dos nanocápsulas.

Fuentes: *BIND Therapeutics, Harvard Medical School y Digizyme Inc.; Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)*.

Los nanocarriers se caracterizan por ser biodegradables y, en tanto que constituyen una coraza resistente a enzimas que protege al fármaco, tienen una vida media más larga que el quimioterápico libre. No obstante, su verdadero potencial radica en su selectividad. Así pues, la propiedad cardinal que define a las nanocápsulas es que consiguen administrar los agentes quimioterápicos en mayor cantidad a las células neoplásicas que a las sanas, reduciendo de este modo enormemente su toxicidad.

Los polímeros que conforman las nanocápsulas pueden ser tanto de materia orgánica como inorgánica; tales como proteínas, lípidos, silicio, carbono o graeno. Asimismo, en función de su estructura y su forma, éstas pueden dividirse en múltiples subtipos; como por ejemplo dendrímeros, nanogelos, nanotubos o nanomicelas. Existe, por lo tanto, una amplia variedad de tipologías de nanocarriers que permiten adecuar el tipo de nanocápsula a las propiedades fisicoquímicas del fármaco que se pretende transportar, seleccionando así el nanocarrier que mejor se adhiere a su polaridad, carga iónica y peso molecular.

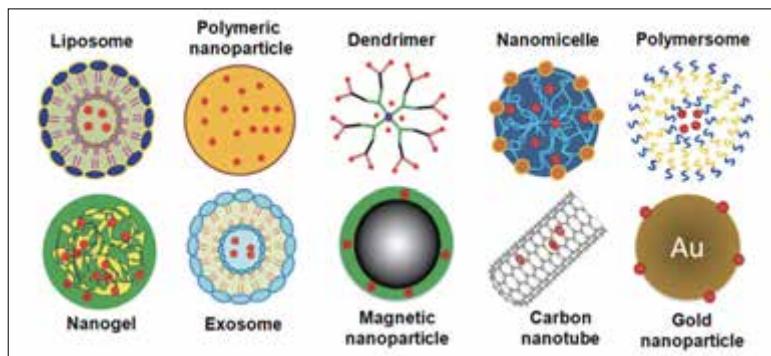


Figura 4. Principales tipos de nanocarriers. *Fuente: Meng et al., 2016.*

Las estrategias que se emplean para crear nanocarriers selectivos, capaces de actuar específicamente sobre las células cancerígenas, son múltiples y muy diversas. Algunas nanocápsulas están recubiertas de anticuerpos frente antígenos tumorales, tales como el EGFR (epidermal growth factor receptor), de modo que únicamente se adhieren y son endocitadas por las células neoplásicas que lo expresan. Otros nanocarriers son quimiosensibles al pH o la temperatura y, al entrar en contacto con medios ácidos que superan los 38°C, lo que constituye una característica diferencial típica de los microambientes tumorales, se fragmentan y liberan el fármaco activo. Asimismo, se han diseñado nanocápsulas capaces de responder a ultrasonidos de tal forma que, al aplicarlos sobre la zona del cuerpo en donde se asienta el tumor, en la superficie de los nanocarriers se forman poros que permiten la salida del agente quimioterápico en dicha localización.

De este modo, mediante el uso de nanocápsulas se logra proteger a las células sanas de los efectos tóxicos de la quimioterapia, con el potencial que esto entrañará para reducir de manera drástica los severos efectos adversos que, hasta ahora, se asociaban a la mayoría de fármacos antitumorales.

2.2 Nanopartículas radiosensibilizantes

La radioterapia es un tratamiento local cuya precisión se fundamenta en base a dos pilares:

- Por un lado, con las técnicas actuales se conforman los haces de radiación para que lleguen en más dosis al tumor que a los tejidos circundantes.

- Por otro, dado que las células cancerígenas tienen un índice de proliferación más elevado que las sanas (y por consiguiente presentan el ADN más desplegado y expuesto a sufrir daños por los radicales libres generados tras la irradiación con fotones), las propias células tumorales son más radiosensibles que las normales.

Pese a ello, con la radioterapia en muchas ocasiones no se consigue evitar dañar también a los órganos sanos contiguos y tener toxicidad, lo que frecuentemente supone el principal escollo para alcanzar dosis altas ablativas.

Es aquí donde estriba la potencial utilidad de las llamadas nanopartículas radiosensibilizantes. Éstas son productos de entre 40 y 100 nanómetros de diámetro, formados por polímeros de elementos con un elevado número atómico (como es el caso por ejemplo de la mayoría de metales pesados), que se caracterizan por aumentar la sensibilidad a la radiación en las células neoplásicas sin afectar, en cambio, prácticamente a las células normales. De este modo, consiguen ampliar enormemente la ventana terapéutica de la radioterapia, aumentando su efecto diferencial entre los tumores y los tejidos sanos.



Figura 5. Nanoparticula radiosensibilizante compuesta por polímeros de oro.
Fuentes: Molekuul; Shutterstock.

Los elementos que más frecuentemente se emplean para componer los polímeros de las nanopartículas radiosensibilizantes son: oro, gadolinio, óxidos de hierro superparamagnéticos, silicio y dióxidos de titanio.

El mecanismo de acción mediante el que las nanopartículas radiosensibilizan a las células cancerígenas se fundamenta en su elevado número atómico (Z). Las tres vías por las que los átomos absorben fotones son el efecto Compton, el efecto fotoeléctrico y el de producción de pares. Dado que la intensidad de los dos últimos aumenta exponencialmente conforme mayor es el número atómico del material irradiado, las nanopartículas radiosensibilizantes multiplican la absorción de fotones mediante los efectos fotoeléctrico y de producción de pares, suscitando por lo tanto un gran incremento en la producción de fotones y electrones secundarios y en la generación, por ende, de radicales libres.

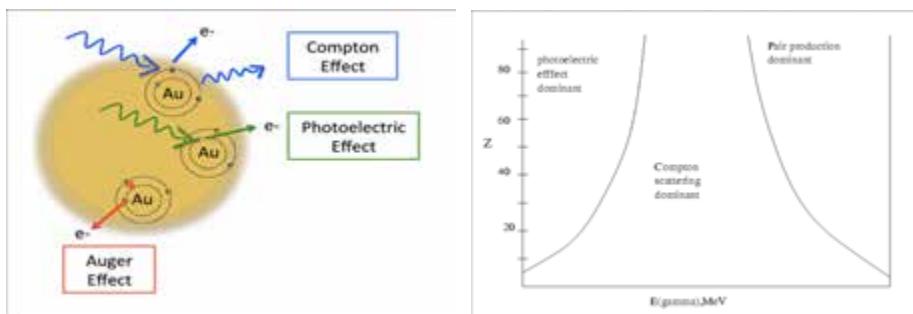


Figura 6. Imagen izquierda: Ilustración esquemática de los efectos fotoeléctrico, Compton y Auger. Imagen derecha: Importancia relativa de los tres efectos de la interacción de fotones con la materia, en función del número Z del material absorbente y de la energía de los haces irradiados. *Fuentes: Rosa et al., 2017; International Atomic Energy Agency.*

Los métodos mediante los que se consigue que las nanopartículas actúen selectivamente sobre las células cancerígenas son muy similares a los descritos para los nanocarriers en el apartado 2.1. Algunas están recubiertas de anticuerpos contra antígenos neoplásicos y otras están unidas covalentemente a biomarcadores como la glucosa o el FDG (fluorodesoxiglucosa), igual que los isótopos que se utilizan para realizar una tomografía por emisión de positrones (PET), logrando así que se distribuyan fundamentalmente en donde se asienta el tumor. Asimismo, se han diseñado dispositivos que permiten guiar a las nanopartículas radiosensibilizantes mediante la aplicación de un campo magnético externo, capaz de atraerlas y confinarlas en la zona neoplásica.

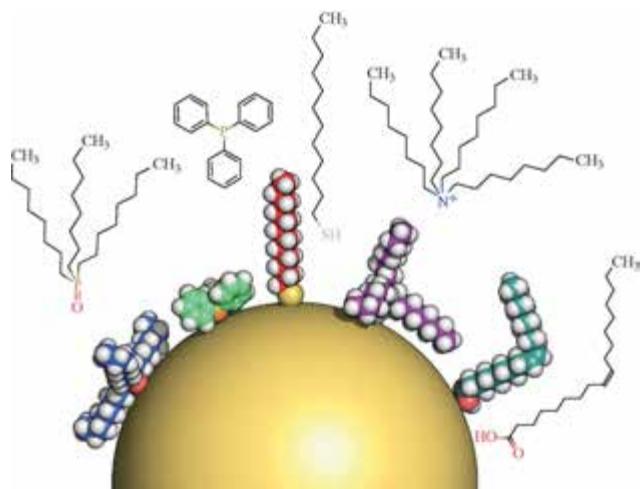


Figura 7. Nanopartícula radiosensibilizante cubierta con diferentes biomarcadores.
Fuente: Sperling y Parak, 2010.

Todas estas propiedades hacen de las nanopartículas radiosensibilizantes un avance muy prometedor, con el potencial para transformar la calidad de los tratamientos radioterápicos del futuro próximo. La combinación de las nanopartículas con la radioterapia puede ser muy útil para amplificar su ventana terapéutica: multiplicando la letalidad antineoplásica de los tratamientos actuales y, simultáneamente, permitiendo reducir las dosis de radiación necesarias y, con ello, su toxicidad.

2.3. Nanorobots

A diferencia de las innovaciones nanotecnológicas descritas en los dos apartados previos (nanocarriers y nanopartículas radiosensibilizantes), los nanorobots artificiales están aún lejos de llegar a ser una realidad en el día a día del sector sanitario y su proceso de desarrollo se halla todavía en fases tempranas. Sin embargo, sería un error por ello no destinarles un apartado completo, puesto que constituyen la principal insignia de la nanomedicina y son, probablemente, su producto más emblemático y difundido.

En la cultura popular frecuentemente se tiende a identificar a los nanorobots con artefactos similares a los que aparecen en la icónica película de 1.966, “*Fantastic Voyage*”: diminutos submarinos capaces de circular por el torrente sanguíneo y ejecutar tareas complejas. No obstante, los nanorobots existentes y que se están desarrollando son en realidad muy distintos a los imaginados por

la ciencia ficción, con un nivel de sofisticación inferior pero no por ello menos fascinantes.

Los nanorobots se definen por ser máquinas de escala micro o nanométrica, que se caracterizan por tener la facultad de realizar, de manera controlada o dirigida, una tarea mecánica mediante un motor.

Si bien la fabricación de motores tan pequeños, de solo unos pocos átomos de tamaño, puede parecer a priori una labor imposible, es un reto que ya se ha conseguido. Las estrategias ideadas para confeccionarlos permiten clasificarlos en dos grandes grupos:

- El primero actúa mediante reacciones químicas, empleando como reactivo el agua o algún otro producto del entorno, dado que el tamaño de los nanorobots es demasiado reducido para permitirles albergar un depósito de combustible.
- El segundo grupo se basa en la llamada mecánica browniana. Los nanomotores de este tipo aprovechan los movimientos que hacen de manera aleatoria las moléculas del medio y, mediante sistemas que simulan calzos o engranajes, utilizan los golpes para ser propulsados en un solo sentido.

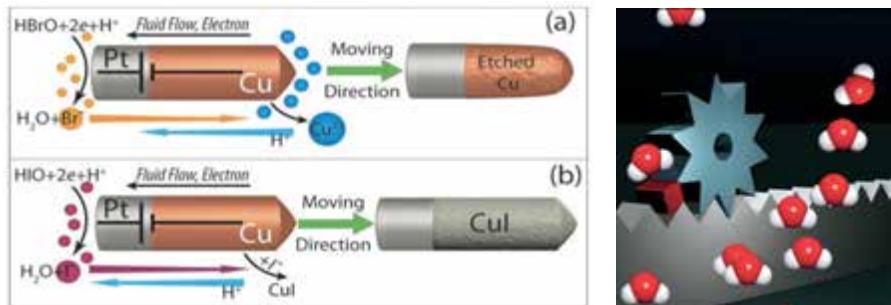


Figura 8. Representación del funcionamiento de los dos principales tipos de nanomotores: el impulsado por reacciones químicas (imagen izquierda) y el basado en la mecánica browniana (imagen derecha).

Fuentes: American Chemical Society; Scientific American.

Gracias al ingenioso diseño de estos motores, pese a que la aplicación práctica de los nanorobots es todavía un horizonte lejano, ya son muchos los avances que se han alcanzado hasta la fecha en esta dirección:

- Se han logrado fabricar nanocoches de cuatro ruedas, capaces de avanzar de forma autónoma y cuya invención, de la mano de Jean-Pierre Sauvage, Sir J. Fraser Stoddart y Bernard L. Feringa, fue galardonada con el premio Nobel de Química en su penúltima edición en el año 2016.
- Por otra parte, se han podido elaborar nanocajas con hebras de ADN, facultadas para abrirse o cerrarse en función de la presencia de una determinada molécula en el medio.
- Asimismo, se han creado nanotubos, conocidos popularmente como “microshuttles”, que mediante motores químicos pueden autopropulsarse. Algunos de ellos incluso, adheridos a imanes, se han conseguido guiar con precisión por el interior de ojos de ratones, aplicando cascos generadores de campos magnéticos externos.

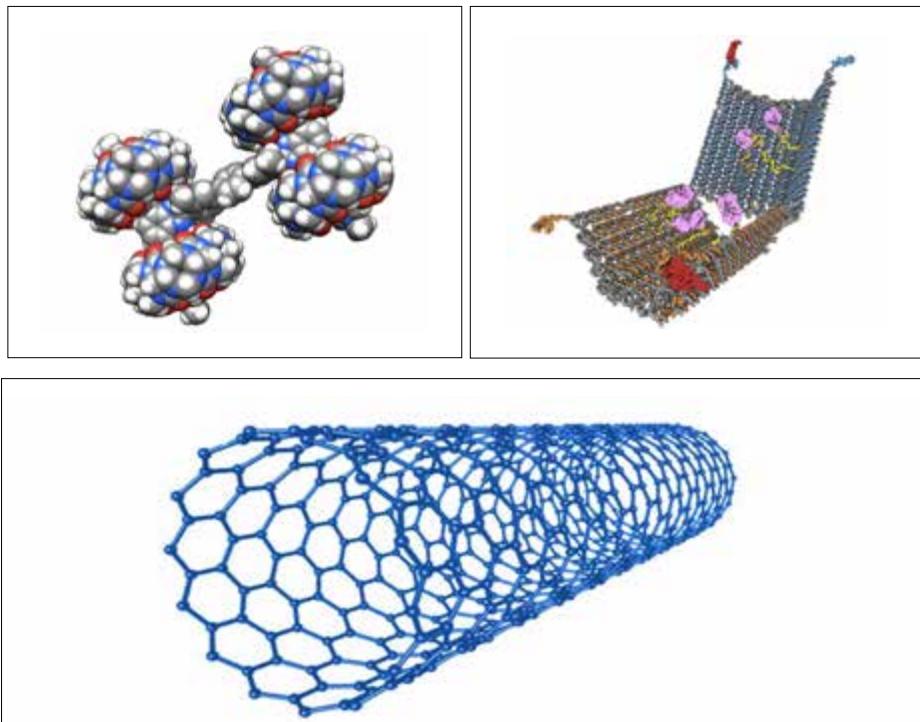


Figura 9. Nanocoche (imagen superior izquierda), nanocaja compuesta por hebras de ADN (imagen superior derecha) y nanotubo de carbono (imagen inferior).

Fuentes: Ohio University; Wyss Institute; Wikimedia Commons.

Aunque los progresos que se han hecho en este ámbito son muy significativos, los nanorobots más sofisticados que existen son las llamadas máquinas moleculares biológicas, que participan en la mayoría de procesos celulares. Así, el complejo formado por la helicasa y la ADN-polimerasa, por ejemplo, mediante brazos móviles logra separar las hebras de ADN y replicarlas. Asimismo, muestra de ello son también la proteína motora kinesina, que es capaz de deslizarse sobre los microtúbulos, así como la enzima ATP-sintetasa que, equipada con un rotor, genera moléculas de ATP.

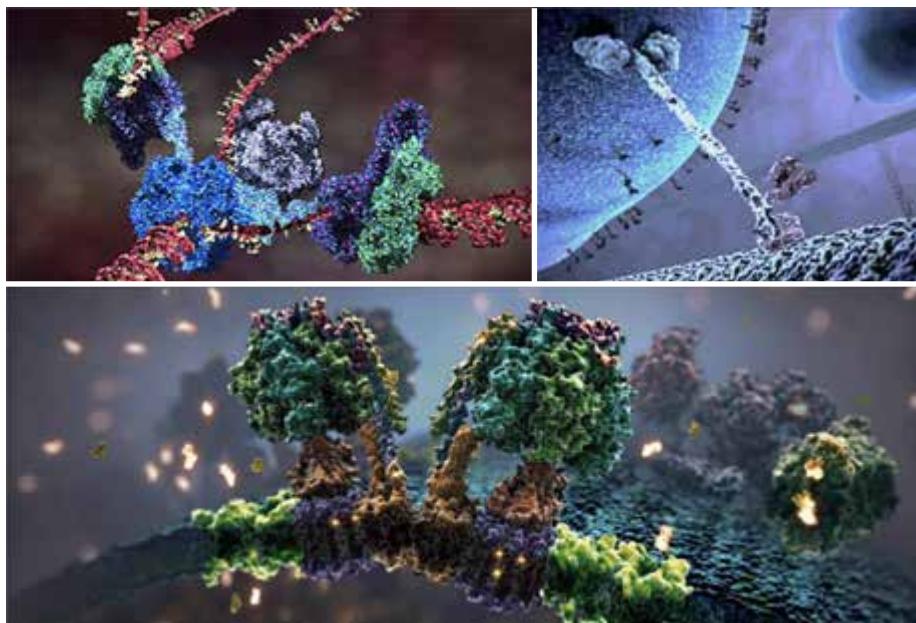


Figura 10. Imagen superior izquierda: Complejo enzimático formado por la ADN-polimerasa y la helicasa. Imagen superior derecha: Proteína kinesina transportando una vesícula sobre un microtúbulos. Imagen inferior: Enzima ATP-sintetasa.

Fuentes: Documental “DNA: The Secret of Life” de la PBS; Harvard University.

El poder de la ingeniería biológica es, por lo tanto, asombroso. Sus ya existentes máquinas moleculares intracelulares, fruto de milenios de evolución natural, inspiran el desarrollo de los avances en nanorobótica. Lograr emularlas artificialmente es el mayor reto que actualmente afronta la nanotecnología de la automación, para transformar con ello la medicina y la oncología de un futuro que, cada día, es menos distante.

3. CONCLUSIÓN

Del mismo modo en que el desarrollo y la investigación tecnológica condujeron a la carrera espacial, la carrera por la nanomedicina ya ha comenzado. Su repercusión está aumentando rápidamente y es una de las tecnologías emergentes que más crece.

Las potenciales aplicaciones de la nanomedicina tienen la capacidad para transformar los tratamientos oncológicos actuales, gracias a la gran versatilidad de sus productos para la interacción biológica a nivel molecular. Así pues, este campo nuevo en expansión promete aportar valiosas herramientas a la batalla contra el cáncer, impulsando a la oncología hacia un futuro esperanzador.

4. REFERENCIAS

- Jun Chen, Sithira Ratnayaka, Aaron Alford, Veronika Kozlovskaya, Fei Liu, Bing Xue, Kenneth Hoyt, and Eugenia Kharlampieva. ***Theranostic Multilayer Capsules for Ultrasound Imaging and Guided Drug Delivery.*** ACS Nano, 2017, 11 (3), pp 3135–3146.
- Aron Popovtzer, Aviram Mizrahi, Menachem Motiei, Dimitri Bragilovski, Leon Lubimov, Mattan Levi, Ohad Hilly, Irit Ben-Aharonac and Rachela Popovtzer. ***Actively targeted gold nanoparticles as novel radiosensitizer agents: an in vivo head and neck cancer model.*** Nanoscale, 2016, 8, 2678-2685.
- Institute of Medicine (IOM). ***Nanotechnology and oncology: Workshop summary.*** 2011, Washington, DC: The National Academies Press.
- Andrew Z. Wang and Joel E. Tepper. ***Nanotechnology in Radiation Oncology.*** Journal of Clinical Oncology, 2014 32:26, 2879-2885.
- Lee GY1, Qian WP, Wang L, Wang YA, Staley CA, Satpathy M, Nie S, Mao H, Yang L. ***Theranostic nanoparticles with controlled release of gemcitabine for targeted therapy and MRI of pancreatic cancer.*** ACS Nano. 2013 Mar 26;7(3):2078-89.
- Tran S, DeGiovanni PJ, Piel B, Rai P. ***Cancer nanomedicine: a review of recent success in drug delivery.*** Clin Transl Med. 2017 Dec 11;6(1):44.
- Kydd J, Jadia R, Velpurisiva P, Gad A, Paliwal S, Rai P. ***Targeting Strategies for the Combination Treatment of Cancer Using Drug Delivery Systems.*** Pharmaceutics. 2017 Oct 14;9(4).

- Pérez Herrero, Fernández Medarde. ***Advanced targeted therapies in cancer: Drug nanocarriers, the future of chemotherapy.*** Eur J Pharm Biopharm. 2015 Jun;93:52-79.
- Kshipra M. Gharpure, Sherry Y. Wu, Chun Li, Gabriel Lopez-Berestein, and Anil K. Sood. **Nanotechnology: Future of Oncotherapy.** Clin Cancer Res. 2015 Jul 15; 21(14): 3121–3130.
- Shen H, Sun T, Hoang HH, Burchfield JS, Hamilton GF, Mittendorf EA, Ferrari M. ***Enhancing cancer immunotherapy through nanotechnology-mediated tumor infiltration and activation of immune cells.*** Semin Immunol. 2017 Dec;34:114-122.

□ □ □



EL DERECHO Y LA LEGISLACION PROACTIVA: NUEVAS PERSPECTIVAS EN LA CIENCIA JURIDICA

Dr. Jaime Rodrigo de Larrucea

Profesor de Derecho Marítimo y Seguridad Marítima (UPC; UPF)
Presidente Sección Ciencias Técnicas Real Academia Europea de Doctores.
Presidente Sección de Derecho Marítimo *Ilustre Colegio de Abogados de Barcelona*

Resumen:

El presente estudio pretende analizar y comparar las dos metodologías existentes en la legislación proactiva: la Evaluación de Impacto Regulatorio y la Evaluación Formal de Seguridad.

PALABRAS CLAVE: Derecho proactivo. Derecho preventivo. Gestión del riesgo. Contratación. Ejercicio del derecho. Evaluación Formal de Seguridad. Análisis de impacto legal. Ciencia jurídica.

□ □ □

Abstract:

The present study aims to analyze and compare the two existing methodologies in proactive legislation: the Regulatory Impact Assessment (RIA) and the Formal Safety Assessment (FSA).

KEY WORDS: *Proactive Law. Preventive Law. Risk Management. Negotiation of Contract. Practice Law. Formal Safety Assessment. Regulatory Impact Assessment. ALARP. VPF. Legal Science.*

□ □ □

0- Introducción

El planteamiento *proactivo* del derecho, supone situar al derecho antes del conflicto, frente al clásico esquema del derecho reactivo: el derecho sigue al

hecho. A través de las metodologías de análisis y gestión de riesgos, se pueden detectar los posibles problemas potenciales y generar una cultura preventiva del problema. El Derecho *proactivo* consiste en capacitar y facultar: se hace por, para, y con los usuarios del Derecho.

Instituciones clásicas como los contratos y la teoría general del contrato son transformadas. Igual el rol y la función del jurista, que se transforma en un “diseñador”, “programador” o “arquitecto” de las relaciones jurídicas. El fenómeno más reciente del “*compliance*” en el ámbito del derecho penal ya participa de esta sensibilidad preventiva. El presente estudio pretende analizar el enfoque del derecho proactivo desde la labor del legislador y los principales instrumentos y metodologías existentes.

El derecho proactivo es de aparición reciente. Mientras en Europa se empezaba a discutir la función proactiva del derecho, en Estados Unidos el énfasis se ubicaba en el uso del derecho como una ventaja competitiva. Estos dos fenómenos, que se desarrollaron de forma paralela, han sido analizados en estudios de derecho comparado para encontrar las similitudes y sinergias entre ellos. El movimiento del derecho proactivo que tomó forma en los países nórdicos se ha extendido al resto de Europa. Su rápido crecimiento se debe, entre otras circunstancias, al apoyo del Comité Económico y Social Europeo (CESE) que rindió en 2008 dictamen sobre *El planteamiento proactivo del Derecho: un paso más hacia una mejor legislación*, en el que el CESE procura un cambio de paradigma en la legislación comunitaria. Por su propia naturaleza, el sistema jurídico comunitario es precisamente el tipo de ámbito **más idóneo** para el planteamiento proactivo a la hora de planificar, elaborar y aplicar las leyes.

1- Antecedentes: el derecho preventivo

El concepto de derecho preventivo fue formulado inicialmente por Louis M. Brown, profesor y abogado. En un esfuerzo por ayudar a las personas a minimizar el riesgo de tener problemas jurídicos y maximizar los beneficios legales, Brown publicó “*Preventive Law*” en 1950, seguido de diferentes publicaciones y artículos. En “*Preventive Law*”, manifiesta una verdad elemental pero contundente y que no ha perdido validez en más de cincuenta años: “*Normalmente cuesta menos evitar los problemas que pagar para salir de ellos*”.

2- El enfoque proactivo en la negociación contractual

El enfoque del derecho entendido como ventaja competitiva de la empresa y su aplicación a la teoría general del contrato, y de manera más particular al derecho mercantil y corporativo ha tenido en la escuela nórdica (*Nordic School of Proactive Law*) sus mayores defensores y estudiosos. Sobresalen en este campo los trabajos de la Profesora H. Haapio que constituyen una referencia imprescindible en la materia: *A Short Guide to Contract Risk* (Gower 2013, 2017), *Proactive Law for Managers: A Hidden Source of Competitive Advantage* (Gower 2011) -los dos anteriores en coautoría con el prof. G. Siedel- y *Next Generation Contracts: A Paradigm Shift* (Lexpert 2013). Cabe igualmente destacar su papel como asesora del CESE y de la UE.¹

La negociación proactiva de todo contrato requiere un esfuerzo de planeamiento y especialmente de la gestión del riesgo en su triple dimensión: análisis, evaluación y la gestión y opciones posibles a tomar. Los tres niveles de la asistencia jurídica proactiva en la contratación corporativa se concretan en tres fases a analizar en todo contrato de empresa: 1^a) Fomentar el éxito del cliente eliminando las causas de problemas y de potenciales incumplimientos; 2^a) Gestión del conflicto, prevención del litigio y minimizar costos y pérdidas; 3^a) Minimizar las consecuencias y efectos perversos posibles.²

Obviamente el planteamiento de este trabajo se dirige más a la perspectiva del legislador proactivo y las diferentes metodologías en presencia, remitiéndonos a los trabajos citados en relación a la negociación contractual proactiva y su conceptualización como ventaja competitiva para el tráfico mercantil.

3.- La dimensión proactiva en la legislación: hacia un legislador proactivo

Básicamente dos han sido las metodologías en el tratamiento proactivo de la legislación: el *Impact Assessment* (Evaluación del impacto) y dentro de ella, de manera más particular: el *Regulatory Impact Assessment* (RIA). El Análisis de Impacto Regulatorio es un enfoque sistémico para evaluar críticamente los efectos positivos y negativos de las regulaciones propuestas y existentes y otras

1 Ver http://www.lexpert.com/our_team/more-about-helena_haapio/

2 Ver Haapio H. (2008): *Una onza de prevención...: asistencia jurídica proactiva para el éxito en la contratación corporativa*. Disponible en abierto: <http://www.revistaslegis.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/mercantil%2020.pdf>

alternativas no normativas. Se emplea en los países de la OCDE e igualmente en los países anglosajones, abarcando toda una serie de guías y métodos. Es un elemento importante del enfoque basado en la evidencia en la formulación de políticas legislativas.

El análisis de la OCDE muestra que la realización del RIA en un marco sistemático adecuado puede respaldar la capacidad de los gobiernos para garantizar que las regulaciones sean eficientes y eficaces en un mundo cambiante y complejo. Actualmente, casi todos los miembros de la OCDE han adoptado alguna forma de RIA, pero todos han encontrado que la implementación exitosa de RIA es sumamente compleja a nivel técnico y administrativo³. Es precisamente en esa insatisfacción el planteamiento finalista de este trabajo, al aportar una nueva visión metodológica derivada de la seguridad marítima: la Evaluación Formal de Seguridad (EFS/FSA).

4.- Las Directrices de Evaluación de Impacto de la Comisión Europea (DEICE) (*EC IA Guidelines*)

El instrumento de RIA existente en materia de análisis de impacto de las políticas que se quieren implementar a nivel de la Unión Europea son las Directrices de Asesoramiento de Impacto de la Comisión Europea. Su objetivo es ser utilizadas para realizar las evaluaciones de impacto que verifican si es necesaria una actuación de la UE, examinando las posibles repercusiones potenciales de las soluciones que se consideran.

Se realizan durante la fase de preparación de las políticas, antes de que la Comisión formule sus propuestas de nueva legislación, y proporcionan datos objetivos de gran utilidad para el proceso de toma de decisiones.

Las evaluaciones de impacto se realizan cuando se prevé que una iniciativa tendrá repercusiones económicas, sociales o medioambientales significativas. Puede tratarse de propuestas legislativas, iniciativas no legislativas (como programas de financiación, recomendaciones para la negociación de acuerdos internacionales, etc.), actos delegados o actos de ejecución.

³ Ver <http://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/ria.htm>. Sobre la Guía del RIA OECD: <https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/44789472.pdf>; Ver igualmente, con carácter ilustrativo : https://ec.europa.eu/info/law-making-process/planning-and-proposing-law/impact-assessments_es

Los resultados del proceso se resumen en un informe de evaluación de impacto, cuya calidad queda verificada por un organismo independiente que formula un dictamen: el Comité de Control Reglamentario (*Regulatory Scrutiny Board*). Cada informe de evaluación de impacto ha de incluir una descripción de los efectos medioambientales, sociales y económicos, así como su afectación para las pymes y la competitividad.

Los informes de evaluación de impacto se publican junto con las propuestas o los actos que adopta la Comisión. También se envían a los legisladores de la UE (Parlamento Europeo y Consejo) para su toma en consideración a la hora de decidir si aprueban las propuestas.

Las evaluaciones de impacto son parte esencial del programa “*Legislare mejor*” de la Comisión, que tiene por meta concebir y evaluar las normas y las políticas de la UE de modo que alcancen sus objetivos con la mayor eficacia posible.

El análisis inicial del problema que hace la Comisión, los objetivos de sus políticas, las soluciones que se barajan y sus posibles consecuencias figuran en la evaluación del impacto inicial, que está abierta al comentario de las partes interesadas. A continuación se realiza una evaluación de impacto en la que se recaba la opinión de las partes interesadas sobre todos los aspectos clave, a través de consultas públicas abiertas. Una vez que la Comisión finaliza y publica su propuesta legislativa, acompañada del correspondiente informe de evaluación de impacto, los ciudadanos y las partes interesadas vuelven a tener la oportunidad de presentar observaciones sobre su contenido, al transmitirse el texto a los legisladores de la UE. El Parlamento Europeo y el Consejo tienen plenamente en cuenta las evaluaciones de impacto de la Comisión a la hora de decidir sobre las propuestas legislativas.

5.- La Evaluación formal de seguridad (*Formal Safety Assessment*)

Desarrollada originalmente en respuesta al desastre de la *Piper Alpha* en 1988 (plataforma petrolífera que explotó en el Mar del Norte causando la muerte de 167 personas), a partir del Informe de Lord Carver, presentado en el Parlamento británico que hizo que la MCA propusiese a la OMI una aproximación más científica a la investigación de los accidentes marítimos⁴. Se iniciaba ade-

4 MCA: *Marine Coast Guard Agency*; Administracion marítima UK.OMI/IMO: *Organización Marítima Internacional de NN.UU.* Agencia ONU para el medio marino, con sede en Londres.

más un planteamiento proactivo en la gestión de la seguridad marítima, que desde el *Titanic* 1912 se encontraba en una fase reactiva: tras el siniestro se genera una nueva regulación, siguiendo el derecho al hecho. Es por tanto una manifestación clara del derecho proactivo y surgida en el ámbito de un órgano legislativo como es la OMI. Con posterioridad se ha extendido a todo tipo de industrias peligrosas.

La OMI describe el FSA (*Formal Safety Assessment*) como una metodología estructurada y sistemática, con el objetivo de reforzar la seguridad marítima, incluyendo la protección de la vida humana, salud, el medioambiente marino y la propiedad, mediante el uso del análisis de riesgos y la valoración del coste de sus beneficios. Además el FSA es utilizado como un instrumento de evaluación de las nuevas regulaciones de seguridad marítima y de protección del medioambiente marino o en la comparación entre reglas existentes y las posibles reglas mejoradas. Todo ello con el objetivo de obtener un balance entre cuestiones técnicas y operacionales, que incluyen el factor humano, la seguridad marítima y la protección del medio ambiente marino.

El FSA ha sido descrito por la OMI como “*un proceso racional y sistemático para valorar los riesgos asociados a la actividad marítima y para evaluar los costes y beneficios de las opciones de la OMI en la reducción de dichos riesgos*”.

El FSA surge como un instrumento distinto de lucha contra la producción de siniestros marítimos. No se trata de corregir las causas de un siniestro en particular, que por otra parte es prácticamente imposible que se vuelva a repetir, sino que se trata de evitar que esas causas se lleguen a producir antes de que el siniestro pueda suceder. Además, permite una evaluación racional y transparente en el proceso de creación de nuevas normas y reglas de seguridad marítima, incluyendo expresamente una valoración de coste y/o potenciales beneficios de la nueva normativa. El FSA toma razón expresa de los riesgos y su análisis en la gestión de la seguridad, igualmente aprovecha la información derivada de los accidentes.

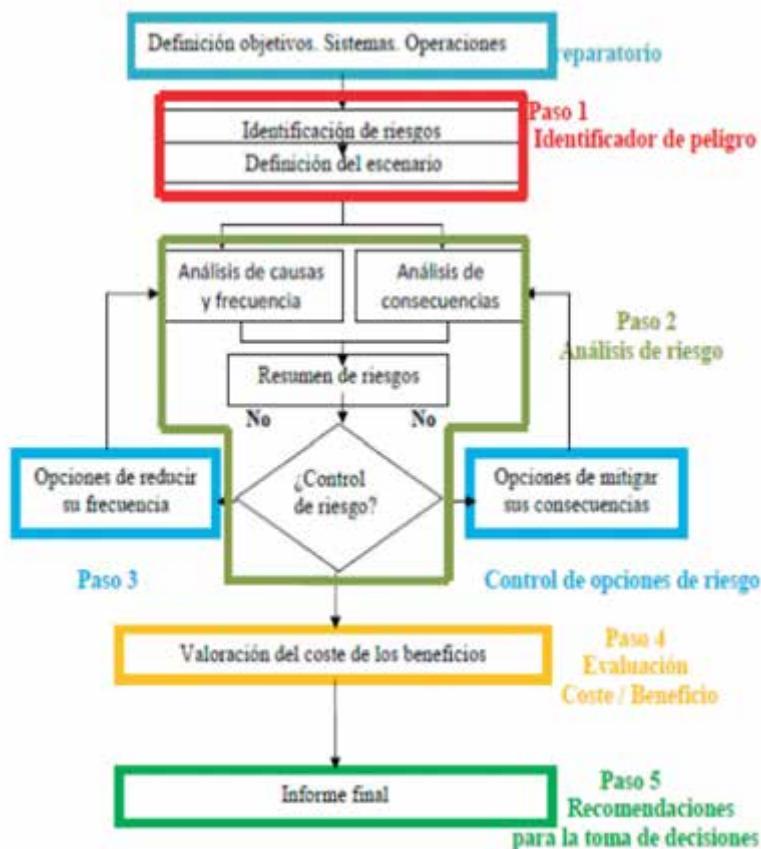
De acuerdo con la Guía OMI (MSC Circular 1023): *Riesgo es la combinación de la frecuencia con la gravedad de la consecuencia*.

Análisis de riesgos (Risk Analysis) es el uso sistemático de la información disponible para identificar los peligros y estimar el riesgo para las personas, los bienes o el medio ambiente

Evaluación de Riesgos (Risk Assessment) es revisar la aceptabilidad de riesgo que se ha analizado y evaluado, basándose en la comparación con los estándares o criterios que definen la tolerabilidad al riesgo.

Gestión de Riesgos (Risk Management) es la aplicación de la evaluación con la intención de informar el proceso de toma de decisiones con las medidas de reducción del riesgo adecuadas y su posible implementación.

La aplicación del FSA se divide en cinco fases En el siguiente esquema aparecen desglosados las 5 fases del FSA⁵:



⁵ Puede verse una exposición completa del proceso en la publicación de la Tesis Doctoral de Kontovas K. en “*Formal Safety Assessment: Critical Review and Future Role*”. Trabajo sistemático sobre las Guías OMI, disponible en: (<http://www.martrans.org/cvkontovas2.htm>); Laboratory for Maritime Transport (2005); National Technical University of Athens.

El principio ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*), es decir “*tan bajo como sea razonablemente factible*”) establece el nivel de riesgo a partir del cual la inversión de nuevos recursos resulta injustificada o no resulta práctica. Se trata de un estándar jurídico anglosajón a partir del caso *Edwards vs. National Coal Board* (1949 All ER 743 (CA). Para que un riesgo sea considerado ALARP debe ser posible demostrar que el costo de continuar reduciendo ese riesgo es desproporcionado en comparación con el beneficio que se obtendría. Es decir, que los riesgos deben ser evitados a no ser que la diferencia entre el costo y el beneficio obtenido sea desproporcionada. Este punto de equilibrio ha sido incorporado a la metodología FSA, en su fase 4: valoración coste-beneficios.

El FSA, a pesar de su gran formalismo y de ser un proceso complejo, goza de una gran actualidad y popularidad: prácticamente todas las universidades marítimas y centros de investigación a nivel mundial emprenden o han empredido estudios EFS/FSA. Sin embargo el FSA no es un instrumento “mágico”: no resuelve todos los problemas ni da respuestas a todas las preguntas. En el seno del CSM 79 se planteó la analogía con el radar: se pensó que tras el radar los abordajes desaparecerían.

Conviene tener presente que bien utilizado es un buen instrumento de comparación de opciones posibles⁶, de debate racional y transparente en la creación de normas y en el debate legislativo, y desde luego aporta un criterio de proporcionalidad en la gestión de la seguridad.

6 Por ejemplo gracias al FSA, la OMI decidió no contemplar la necesidad de una pista de aterrizaje de helicópteros en los buques de pasaje (SOLAS Cap. III, artº. 28,1). En igual sentido la propuesta sobre el doble casco para los bulkcarriers. La FSA se ha proyectado inclusive al transporte aéreo (SAM - *Safety Assessment Methodology* de EUROCONTROL). Ver del autor *Seguridad marítima. Teoría general del riesgo* (2015); pág. 259 y ss.

6.- Examen comparativo entre la EFS/FSA OMI y Las Guías de Evaluación de Impacto UE: semejanzas y diferencias

Tabla 1: Diferencias entre las EC IA y el FSA	
EC IA (DEICE)	FSA (EFS OMI)
Tiene su origen en la economía y es desarrollada mayoritariamente por economistas	Tiene su origen en la ingeniería y es usualmente aplicada y desarrollada por profesionales técnicos.
Con origen en la gestión pública	Con origen en la seguridad (accidentes y siniestros)
Análisis Coste-Beneficio	Análisis Coste-Eficacia
Internalizando costes externos	Reduciendo el riesgo y gestionándolo
Ámbito amplio	En principio ámbito reducido
Definiciones imprecisas de criterios decisoriales	Definiciones claras de criterios decisoriales
En ocasiones con ámbito limitado para la cuantificación	Siempre cuantitativo y objetivo
Llevada a cabo por unidades de la Comisión Europea	Llevada a cabo externamente a la OMI, desde la perspectiva legislativa.
Revisado por el <i>Regulatory Scrutiny Board</i> (Comité de Control Reglamentario)	Revisada por la EG/FSA OMI (participación abierta)
VPF (“ <i>value of a prevented fatality</i> ”) por <i>Human Capital Approach</i> (Enfoque del Capital humano) ⁷	VPF por preferencias manifestadas

Como resulta previsible y queda reflejado en la tabla, existen un gran número de diferencias entre las Directrices de Evaluación de Impacto de la Comisión Europea y la FSA de la OMI, que tienen su origen en las evidentes diferencias existentes entre las dos organizaciones en las que se enmarcan.

7. VPF: “*value of a prevented fatality*”. La idea del “*valor de prevenir una fatalidad*” (VPF) o, de forma equivalente, el “*valor de una vida estadística*”, es un término técnico utilizado en la toma de decisiones de seguridad. Se obtiene del análisis de costo-beneficio de riesgo. Ver: *Review of*

Por un lado, tenemos la Comisión Europea, que es el órgano administrativo de la Unión Europea con muchos recursos disponibles⁸, y por otro lado, la OMI, que es una agencia especializada de la ONU, con un secretariado y recursos más limitados.

Diferencias:

- El ámbito de las Directrices comentadas: mientras que la FSA de la OMI tiene un ámbito limitado al asesoramiento del impacto de nuevas regulaciones relacionadas con la seguridad marítima, las DEICE abarcan mucho más (todas las materias de competencia comunitaria), siendo un instrumento utilizado para realizar el *Impact Assessment* de cualquier nueva política que se proponga implementar, siendo clave para la Comisión a la hora de realizar sus propuestas. Es por ello que no existe una relación unívoca entre unas y otras. Por ejemplo, muchos de los temas cubiertos en las *EC IA Guidelines* son más comparables conceptualmente con las IMO “*Method of Work*” *Guidelines* (IMO, 2015b) (Directrices de “Método de trabajo” de la OMI (OMI, 2015b)).
- El grado de concreción: al tener que ser utilizadas las DEICE para un mayor número de ámbitos (mercado común, sanidad, derechos de los consumidores, agricultura, sector financiero, etc.), mientras que el FSA lo es mayoritariamente para normativas de seguridad y derramamientos de petróleo accidentales, este último instrumento es mucho más específico en su descripción de los métodos utilizados y criterios decisarios.
- Los riesgos analizados: la EFS/FSA se centra en un análisis que se orienta a la reducción de riesgos para la vida y la salud, mientras que este análisis es secundario en el caso de las DEICE, pues las normas de seguridad son sólo una de las posibles aplicaciones de dichas Directrices.
- Tipo de análisis realizado: La FSA realiza mayormente un análisis de coste-efectividad (ya que el impacto en vidas humanas salvadas no puede

the “value of a prevented fatality” (VPF) used by regulators and others in the UK. / Thomas, Philip; Waddington, Ian. Nuclear Future, 06.12.2016.; P.J THOMAS (2015) : Testing the validity of the “value of a prevented fatality” (VPF) used to assess UK safety measures. Disponible en: [http://www.psep.ichemejournals.com/article/S0957-5820\(14\)00096-2/fulltext](http://www.psep.ichemejournals.com/article/S0957-5820(14)00096-2/fulltext)

⁸ Sobre el Comité de Control Reglamentario (v *Regulatory Scrutiny Board*) ver: https://ec.europa.eu/info/law/law-making-process/regulatory-scrutiny-board_es

cuantificarse en un valor monetario), mientras que las DEICE principalmente un análisis de coste-beneficio. Principio ALARP vs.VPF.

- Los impactos considerados: Las DEICE tienen en cuenta el impacto medioambiental, social y económico, los sujetos afectados y otros impactos posibles (derechos consumidores, derechos fundamentales, competencia, etc.), mientras que LA EFS/FSA se centra principalmente en el impacto en la seguridad y el coste de la política.
- El origen de las políticas: las DEICE tienen su origen en la buena gestión pública dada la naturaleza de la Unión Europea de organización supraestatal con competencias propias, mientras que las FSA tienen su origen en la consideración de las industrias peligrosas, de las que derivarán la mayoría de los riesgos de la seguridad marítima.
- El grado de tecnificación: los resultados de la aplicación de las DEICE, con origen en economistas y de ámbito más general, no alcanzarán el grado de tecnificación de los resultantes de aplicar el FSA, el cual tiene un ámbito más reducido y basado en la seguridad marítima, asentada en la ciencia y tecnología existente (por definición, disciplinas técnicas).

Semejanzas:

- Resultan en una extensiva utilización de datos y análisis. Suponen la vinculación más explícita entre el derecho, la economía y la ingeniería.
- Suponen dotar al proceso regulador de transparencia y abierto al contraste público y científico. Se trata de procesos racionales y sistemáticos y que permiten su verificación.
- Tienden a identificar áreas en las que falta conocimiento, y por ende debe investigarse más.

7.- Conclusiones: intercambio entre el RIA y la EFS/FSA:

Por un lado, en muchos procedimientos de toma de decisiones en la OMI, sería beneficioso extender las Directrices de asesoramiento de impacto, en este sentido ya existe un precedente: una iniciativa presentada por Jamaica et al. (2015) podría en principio concretarse en una decisión del Consejo de la OMI

de implementar algún tipo de IA en la OMI. En particular, Jamaica «*creen que cuando se propongan cambios normativos en el futuro, debe prestarse especial atención a las evaluaciones de impacto y de viabilidad, que tengan en cuenta la sostenibilidad económica y social del transporte marítimo*»⁹.

Por otro lado, las DEICE no definen adecuadamente las cuestiones relativas a los parámetros de decisión y criterios de aceptación, existiendo el peligro de que no haya consistencia entre los criterios utilizados en diferentes estudios, o incluso en el mismo estudio cuando los efectos en la sanidad, seguridad y medio ambiente son considerados. Además, los criterios son también difíciles de actualizar al no estar las relaciones entre ellos bien documentadas. Por contra, la EFS/FSA tiene pocos criterios, pero están claramente definidos, como también lo está su modo de actualización, siendo fácilmente consultables en las Directrices. Podría parecer necesario, en consecuencia, que las DEICE mantuvieran unos parámetros decisarios y criterios de aceptación más breves y definidos, y que se establecieran procedimientos para actualizarlos. De otro modo, la utilización de recursos es ineficaz.

En definitiva, los instrumentos de RIA actuales pueden ser mejorados, pues dadas las particularidades de cada uno son apreciables ámbitos en los que cabe una revisión en pos de mejorar su eficacia, incorporando elementos de ambas metodologías.



⁹ Ver : EMSA/OP/10/2013 (2015) *Impact Assessment Compilation; part 2*.

VIDA ACADÈMICA

VIDA ACADÉMICA

INGRESSOS D'ACADÈMICS

INGRESOS DE ACADÉMICOS



Delito fiscal y proceso penal: crónica de un desencuentro

Joan Iglesias Capellas



Discurs d'ingrés a la Reial Acadèmia Europea de Doctors de l'Excm. Sr. Dr. Joan Iglesias Capellas, Doctor en Dret com a Acadèmic Correspondent pronunciat el 9 de novembre de 2017

“Delicte fiscal i procés penal: crònica d'un mal encaix”

Des de la introducció del delicte fiscal a l'ordenament jurídic espanyol per la Llei 50/1977, de 14 de novembre, les solucions tècniques arbitrades pel legislador espanyol per tractar de coordinar els procediments tributaris amb el procés penal per delicte contra la Hisenda Pública s'han anat succeint una rere l'altre fins a arribar a l'actualitat, sense que puguem afirmar que s'hagi aconseguit consolidar un model estable de relació entre l'administració tributària i la jurisdicció penal.

El nou procediment desenvolupat en el Títol VI de la Llei General Tributària (introduït per la Llei 34/2015, de 21 de setembre) permet la concorrència entre l'actuació de la jurisdicció penal i la dels òrgans de la administració tributària. Concretament, la inspecció dels tributs recupera la potestat de liquidar el deute tributari, i els òrgans de recaptació veuen considerablement reforçades les seves potestats per reclamar el pagament de la quota tributària amb independència de l'evolució del procés penal. Això sí, s'impedeix l'accés del contribuent a la jurisdicció contenciosa, declarant no impugnable la liquidació vinculada a delicte.

Malgrat tots aquests canvis ,el cert és que, després de quaranta anys, encara no s'ha trobat la manera de conciliar satisfactoriament l'aplicació del ius puniendo tributari, amb les garanties constitucionals del contribuent i les figures de la litispendència, la prejudicialitat i la cosa jutjada en el procés penal. Aquest “mal encaix” entre el delicte fiscal y el procés penal és l’origen de la sensació d’inseguretat jurídica que avui dia experimenten tots aquells que han d’afrontar un procediment de comprovació fiscal que, per l’import de la quota que en pugui resultar, podria fonamentar una denúncia per delicte contra la Hisenda Pública.





Discurso de ingreso a la Real Academia Europea de Doctores del
Excmo. Sr. Dr. Borja Corcóstegui, Doctor en Medicina y Cirugía
como Académico de Número pronunciado el 14 de septiembre de 2017

“La conquista del fondo del ojo”

Desde muchos siglos antes de Cristo, los egipcios tienen descripciones de las estructuras del ojo y fórmulas para el tratamiento de enfermedades oculares. En la antigua Grecia, se realizan las primeras curas empíricas sobre la ceguera y en el siglo X-XI, la cultura árabe define por primera vez el cristalino y reconoce especialmente la catarata y sus diferentes estadios de evolución. Desde la Escuela de Hipócrates, la ceguera fue considerada como una de las mayores discapacidades existentes, dando lugar a reticencias en la aceptación de las intervenciones quirúrgicas, dado el escaso éxito que alcanzaban. De esta manera comenzó la especialización de “oftalmólogos médicos” y “oftalmólogos quirúrgicos”.

Con estos antecedentes, llegamos al siglo XVIII, un período de cambio radical, en el que aparecen las primeras escuelas de enseñanza en oftalmología (París, 1765 y Viena, 1772). Entonces, la oftalmología se desarrollaba en torno a las enfermedades externas del ojo, mediante artilugios luminosos que permitían observar el cristalino y su opacificación. Las intervenciones intraoculares habían mejorado, pero el interior del ojo todavía no se había podido examinar. Tras varios intentos para lograrlo, en 1850, Herman Helmholtz anunció

un nuevo instrumento clave para la oftalmología: el oftalmoscopio. Según describió él mismo: “Es una combinación de cristales, a través de los cuales es posible ver la parte oscura del ojo, atravesando la pupila sin emplear ninguna luz deslumbradora, y obteniendo una visión de todos los elementos de la retina de forma inmediata y más exacta que cuando uno examina la parte externa del ojo, y sin magnificación, porque los medios transparentes del ojo actúan como una lente magnificadora de veinte dioptrías”.

Posteriormente, se intenta implementar la fotografía del fondo del ojo como documento de seguimiento de la enfermedad y con fines docentes. Los suecos Nordenson y Salomonson, basándose en una modificación del oftalmoscopio de Gullstrand, consiguen fotografías de calidad con una cámara Zeiss que, finalmente, deviene comercial y se convierte en instrumento de uso común.

Años más tarde, dos estudiantes, Novotny y Alvis, se dan cuenta de la posibilidad de recoger, en las fotografías, la fluorescencia de los vasos usando alguna substancia fluorescente, como la fluoresceína sódica. Con ellos nacía la angiografía fluoresceínica, a la que se aplicaron muchas innovaciones tecnológicas, como la fotografía seriada, la mejora de los filtros, el campo de las imágenes, la captura digital y otros pequeños avances. A finales de la década de los 60, se da un paso más con el descubrimiento y la aplicación de la angiografía con verde de indocianina y, a principios de los 90, se llega a la oftalmoscopía con láser de barrido para obtener imágenes de campo ultra amplio, mejorando las técnicas convencionales, que alcanzaban solo entre un 5-30% de la superficie de la retina. La adición a la fotografía de campo amplio de un dispositivo para realizar una Tomografía Óptica de Coherencia (OCT) está en desarrollo y ya se han podido capturar las primeras imágenes de 180. El OCT, que, basado en los principios de la interferometría de Michelson, de 1887, e introducido para realizar una sección de los tejidos retinianos y para la visualización de la capa de fibras nerviosas, ha supuesto un considerable avance en la observación de las estructuras del fondo del ojo. Varios hallazgos han hecho evolucionar esta técnica, que permite capturar una imagen de tres dimensiones con gran calidad, por lo que se ha convertido en el estándar de los exámenes en la clínica. Se trata de un campo en constante evolución, que aun va a seguir mejorando en los próximos años.





Laïcitat i laïcisme en l'occident europeu

Lluís Martínez Sistach



Discurs d'ingrés a la Reial Acadèmia Europea de Doctors de
l'Emm. i RvdM. Sr. Lluís Martínez Sistach, Doctor en Utroque Iure
com a Acadèmic d'Honor pronunciat 12 de desembre de 2017

“Laïcitat i laïcisme en l'occident europeu”

L'Acadèmic d'Honor, el Cardenal Lluís Martínez Sistach, ha dedicat el seu Discurs d'ingrés a qüestions molt actuals. En el desenvolupament i maduració de la Unió Europea el dret de la llibertat religiosa i la “qüestió de Déu” hi tenen un paper primeríssim.

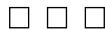
La laïcitat i el laïcisme fan referència a la llibertat religiosa que és un dret fonamental de la persona. El concepte de laïcitat té una matriu cristiana i es fonamenta en aquestes paraules de Jesús: “Doneu al Cèsar el que és del Cèsar i a Déu el que és de Déu”. L'Estat és laic amb una laïcitat positiva i oberta, que respecta i tutela el fet religiós. El laïcisme exclou de l'àmbit públic de la societat la dimensió religiosa de la persona. El problema del laïcisme consisteix en el fet que vol organitzar una societat que no existeix, ja que les persones són sociables i viuen la seva creença o incrença en la convivència social.

Les religions presten un servei important a les persones i a la societat. Les societats democràtiques tenen el risc de buidar-se èticament. Per això han d'exsistir grups culturals, religiosos i socials que ofereixin una irrigació espiritual i ètica als ciutadans. En la nostra societat hi ha un dèficit de debat social realitzat per aquests grups sobre temes d'abast antropològic i ètic.

L'Europa occidental camina cap a una laïcitat de la societat, traient manifestacions, símbols i celebracions religioses de la convivència social. Una expressió d'aquesta tendència és la no assistència d'autoritats civils a les festes religioses al·legant que l'Estat laic no ho permet. L'Estat laic harmonitza amb aquesta presència que és un signe d'estar al costat de ciutadans en les seves celebracions religioses, com fan les autoritats amb tantes altres activitats socials i culturals dels ciutadans. L'ús dels símbols religiosos en llocs públics no és una qüestió menor, perquè aquests símbols tenen relació amb la pròpia religió i el seu ús incideix en la llibertat religiosa.

Ha semblat que reduir la diversitat religiosa pot facilitar la pau social. Tanmateix els estudis i la praxis demostra que no pas així. En les societats europees actuals les divisions més profunes són entre la cultura secularista i el fenomen religiós, i no tant entre les diverses religions. Cal posar en relleu la importància del diàleg interreligiós.

Els cristians que anuncien Jesucrist en una societat pluralista estan treballant eficaçment per tal que l'Estat laic configuri una societat plurirreligiosa i que propugni la laïcitat que valora, respecta i tutela la presència de la religió en la convivència social. Perquè les relacions Església-món, després del Concili Vaticà II tenen diversos escenaris i són molt importants les relacions no formals entre membres del Poble de Déu i la societat.





Discurso de ingreso a la Real Academia Europea de Doctores del Excmo. Sr. Dr. Luis Pons Puiggrós, Administración i Dirección de Empresas como Académico Correspondiente pronunciado el 19 de diciembre de 2017

“Lo disruptivo y el futuro: tecnología y sociedad en el siglo xxI”

Las soluciones tecnológicas innovadoras hacen posible que ilusiones del pasado se transformen rápidamente en realidades, que transforman la vida cotidiana de las personas y la sociedad. Pasan de ser utopías a necesidades de la vida diaria.

La inteligencia artificial, los robots en manufactura o los equipos para operaciones quirúrgicas que usan técnicas no agresivas, los vehículos sin conductor, han dejado de ser ideas utópicas y ya son aceptadas como realidades. Ya no se trata de diseños avanzados, son o serán considerados, una vez adoptados, como necesidades de la vida cotidiana de cada sector.

Se prevé en unas pocas décadas, que la capacidad de todos los computadores del mundo, van a superar la capacidad de procesado del conjunto de cerebros de los seres humanos del planeta. Este hito va a significar un gran salto en el acceso y procesado del conocimiento.

El conocimiento de la innovación es mérito de precursores como Joseph Alois Schumpeter, que había planteado en 1911 el rol del empresario como motor de la innovación, y a las aportaciones de Abernathy y Utterback sobre el

problema de la falta de competitividad de la industria del automóvil americana frente a los competidores japoneses, que nos han dotado del conocimiento de base sobre la naturaleza de la innovación.

El discurso propone pensar en los sistemas cognitivos, constatando las limitaciones que la naturaleza humana nos ha dado para protegernos, ante los entornos disruptivos del cambio. Para todo ello, es importante redefinir el riesgo, la incertidumbre de lo “desconocido que desconocemos”, la vulnerabilidad junto con ser capaces de vivir en crisis permanente, e insistir en la importancia de la ética y de la religión, en la vida del siglo XXI que será el de las grandes disruptiones.





La influencia del derecho español en México

Jesús Gerardo Sotomayor Garza



Discurso de ingreso a la Real Academia Europea de Doctores del
Excmo. Sr. Dr. Jesús Gerardo Sotomayor Garza,
Doctor en Derecho como Académico Correspondiente para México
pronunciado el 30 de octubre de 2017

“La influencia del derecho español en México”

Hernán Cortez se encontraba con la cultura azteca que se distinguió por sus adelantos en la astronomía, arquitectura, agricultura, pero sobre todo en la organización jurídica con una legislación y una organización judicial dignas de elogio.

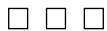
En su organización jurídica destacaron en lo que hoy conocemos como derecho civil y penal aun cuando este fue una materia drástica y cruel se destacaron delitos como daño en propiedad ajena, embriaguez, encubrimiento, falsificación de medidas, homicidio, incesto, robo, alcahuetería, pederastia y riña entre otros, con penas como la de muerte, la esclavitud y el destierro.

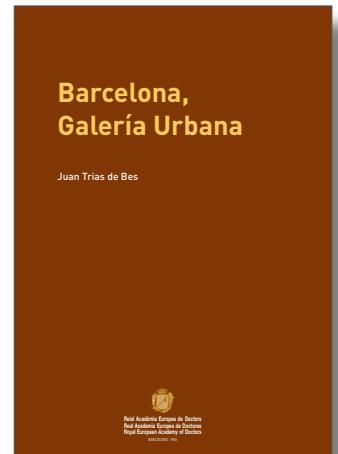
En el derecho civil los aztecas desarrollaron una elaborada legislación mediante la cual regularon el matrimonio, la patria potestad, el divorcio, la herencia, la propiedad, destacando las formas de tenencia de la tierra en materia agraria.

La organización judicial entre los aztecas sobresalió en virtud de contar con tribunales para asuntos de carácter civil y penal, destacando los juzgados

especializados para tatar las controversias suscitadas entre los pochtecas (comerciantes) o con los compradores, contaban también con un tribunal eclesiástico y de guerra.

Ante el panorama sucintamente narrado, los ibéricos nos legaron un gran número de instituciones jurídicas como lo fueron la constitución del primer ayuntamiento en México, de igual manera gran numero de órganos jurisdiccionales, de tal manera que la influencia del derecho español en México fue altamente positiva tanto en el orden jurídico como en la organización judicial y además se les debe el establecimiento de los estudios de derecho en la Real y Pontificia Universidad de México en 1553 igualmente en casi todas las disciplinas jurídicas del derecho mexicano encontramos reminiscencias del derecho español, tal y como acontece con la materia de recursos del derecho español, los que para gran parte de juristas mexicanos son los antecedentes más remotos de la gran institución mexicana que es el Juicio de Amparo





Discurso de ingreso a la Real Academia Europea de Doctores del
Excmo. Sr. Dr. Juan Trias de Bes, Doctor en Arquitectura
como Académico de Número pronunciado el 26 de octubre de 2017

“Barcelona, Galería Urbana”

La “*Declaración de Imperativos 2050*” de Durban (2014), prevé que durante las próximas dos décadas un área aproximadamente equivalente al 60% del parque inmobiliario total del mundo está proyectado a ser construido o reconstruido en áreas urbanas. Ante los problemas y desafíos que presentan las ciudades metropolitanas, la Identidad, el Equilibrio Social y el Medioambiente, se identifican como las categorías que deben integrar la arquitectura y el urbanismo.

¿Cómo podemos incorporar en la praxis de la Arquitectura y el Urbanismo las tres categorías de la ecología urbana para mejorar la ciudad, esto es, el *Espacio Mental, Social y Ambiental*?..

¿El estudio y comprensión de casos de éxito, aunque correspondan a episodios históricos, pueden aportar un corpus de conocimiento para la praxis del urbanismo sobre la metrópolis del siglo XXI?...

Debido a la importancia de la relación entre la edificación y el espacio urbano, a través de la observación, Barcelona presenta un campo de estudio

formidable. En esta línea de pensamiento, ***Barcelona, “Galería Urbana”*** se ha adoptado como un campo de experiencias urbanísticas en el que se ilustran las “*Tres Ecologías Urbanas*” mencionadas de Félix Guattari.

La construcción de *la Rambla (como Espacio Mental)*, *el Eixample Cerdà (como Espacio Social)*, y *la Villa Olímpica (como Espacio Ambiental)*, son pasajes irrepetibles de diferentes dimensiones y épocas que superaron desafíos sociales y contradicciones urbanas. Aunque sus desarrollos corresponden a procesos de distinta naturaleza, se identifican aspectos atemporales que se pueden presentar como una suerte de código genético o sustrato común sobre el que la ciudad se abre a la renovación de sus espacios.

Éstos consisten en: (1) la *Continuidad de la Trama Urbana*, (2) El *Impulso Autóctono*, (3) la *Idea–Fuerza motriz*, (4) la *Adecuación entre Forma y Contenido*, (5) la *Integración Medioambiental*, y (6) la *Presencia de Dotaciones Sociales*.

En la actualidad, como toda ciudad metropolitana, Barcelona se enfrenta a grandes desafíos que atentan a las condiciones aceptables, deseables y óptimas del hábitat urbano. Entre otras cuestiones destacarían asuntos como el acceso a la vivienda y la energía en condiciones dignas, la polución y la contaminación por emisión de gases producidos por vehículos de combustión, el crecimiento exponencial del turismo, o el desarrollo de los denominados “paisajes productivos” en los entornos naturales conforman las cuencas de los ríos Besós y Llobregat.

Quizás, en la tarea de superar estos y otros desafíos y en la contribución de la mejora al hábitat, las nociones de carácter atemporal presentadas a través de la breve reconstrucción espacio-temporal, podrían participar en presentes y futuros episodios urbanos de Barcelona.



ELS ACADÈMICS

LOS ACADÉMICOS



DR. RAMON CUGAT
Doctor en Medicina

Ramon Cugat en persona

«Tenim una Acadèmia en el sentit més clàssic del concepte: un lloc on intercanviar coneixement»

El doctor Cugat és, des de fa anys, un dels especialistes en la investigació, el tractament i la intervenció de lesions esportives més reconeguts del món. En el seu acte d'ingrés com acadèmic de número de la Reial Acadèmia Europea de Doctors-Barcelona 1914 (RAED), al juny de 2016, va estar acompanyat per algunes de les principals figures del futbol actual, que ha tractat i amb els quals manté l'amistat. Aquest compromís amb els seus pacients, que va més enllà de la pura professionalitat, és el que manté amb la institució, tot i que el seu ritme d'activitats és altíssim. L'estiu passat, durant el III Acte Internacional de la RAED que es va celebrar en diverses capitals del Bàltic, no va dubtar en acceptar la invitació per ser un dels introductors a l'Acadèmia del premi Nobel de Medicina o Fisiologia Erwin Neher. Ramon Cugat ha assegurat que ha estat una de les experiències més gratificant de la seva dilatada carrera. Tant és així que el proper estiu –tant bon punt es facin quadrar les agendes– es compromet a compartir de nou amb els acadèmics i amics de la RAED les seves darreres recerques. Serà una cita imprescindible.

Per començar, ens pot parlar de la RAED? Segueix de prop les activitats de l'Acadèmia?

No tant com voldria, perquè m'agradaria assistir a molts dels actes programats; puc dir, però, que lleixo amb molt deteniment el butlletí setmanal. M'agrada l'Acadèmia per l'activitat intensa que té i perquè hi veig persones molt més qualificades que jo de les que sempre es pot aprendre. El seu valor principal és que és una Acadèmia pluridisciplinària. Hi ha advocats, físics, químics... i els premis Nobel que es van incorporant. És un lloc on et pots il·lustrar. I, més enllà de les conferències i els debats, em resulta molt interessant parlar amb tothom, intercanviar opinions, que t'expliquin les vivències i que puguis explicar les teves. Crec que és una Acadèmia en el sentit més clàssic del concepte: un lloc on intercanviar coneixement.

Sempre és enriquidor canviar d'ambient i endinsar-se en altres camps...

Sí, per que habitualment estem molt tancats en el nostre món, especialment les persones com jo, que ens bolquem molt en la nostra especialitat i que fins i tot li dediquem el temps lliure. Haig de confessar que fins que no vaig descobrir l'Acadèmia i vaig començar a conèixer els us membres i a xerrar amb ells de mil coses, es pot dir que pràcticament no havia sortit del meu món. I he descobert que jo també puc il·lustrar-los, que s'interessen pel que faig i que viuen les meves experiències amb la mateixa passió que podrien fer-ho els col·legues de la meva especialitat amb els que tinc tracte habitual.

Deduïm de la seva resposta que li falta temps per involucrar-se més en l'Acadèmia...

Aquest és l'únic i principal problema: que no tinc temps. No els enganyo gens, però, quan dic que m'agradaria compartir més temps amb els membres de la RAED, assistir als actes, als debats, als ingressos... Rebo puntualment tota la informació i realment trobo moltíssimes propostes atractives. Però ja són molts els compromisos adquirits; fins i tot ha estat ben difícil localitzar-me per a aquesta entrevista. Acabo d'arribar dels Estats Units i ja sóc camí cap a Málaga sense gairebé haver passat per Barcelona. Després vaig a Anglaterra, a la Xina, per tornar de nou als Estats Units... I tampoc puc dir que tingui un respir ni tan sols els caps de setmana, perquè la veritat és que tots els dies són iguals per a mi. No puc descansar, però així és la meva vida. L'he escollida i sóc feliç així. En el fons, puc assegurar que el balanç és satisfactori.

L'estiu passat sí va trobar un forat per a la RAED i l'proper estiu també hi ha prevista la seva participació en l'Acte Internacional que es desenvoluparà en un creuer per la Mediterrània. Com és que repeteix?

Em va encantar l'experiència de l'estiu passat, així que no he dubtat a repetir-la. Encaixa molt amb la meva manera de fer i perquè, a més, no deixa de ser una trobada familiar i amb amics en el que m'acompanya la meva dona, que laboralment també és la principal col·lega. No explicaré res que no s'hagi dit ja sobre les xerrades ni l'aportació dels premis Nobel que ens van acompanyar. Hi ha dues coses, potser anecdòtiques, que em van cridar l'atenció. La primera va ser la visita a l'Acadèmia d'Enginyeria de Suècia, que em va sorprendre molt gratament. La segona, la visita a l'Ajuntament d'Estocolm, on ens van mostrar una sala on ciutadans anònims van a treballar i prestar serveis a la comunitat quan acaben la seva jornada laboral. No m'imagino una cosa similar aquí. Conèixer altres cultures sempre t'enriqueix i t'aporta coses. Més enllà d'aquestes dues anècdotes haig de dir que l'experiència va ser molt gratificant.

I com va anar la relació amb el bioquímic Erwin Neher, tot un premi Nobel?

Aquest tipus de persones ens aporta molt més del que nosaltres podem aportar-los a ells, i tot i això estan agraïts. Imagino que va ser l'ambient i l'aposta de l'Acadèmia per compartir el saber d'aquesta manera tan informal i amistosa. Voldria fer un elogi al president, Alfredo Rocafort: sap portar les coses molt bé, amb una excel·lent capacitat organitzativa. L'èxit de la institució que presideix, el vol intel·lectual que ha pres la RAED és responsabilitat seva. Té una ambició per a l'Acadèmia tremenda, i això és el que l'ha fet créixer i arribar on ha arribat. D'altra banda, l'aposta pels premis Nobel crec que ha estat encertadíssima, per què gràcies a ells la institució a adquirit prestigi internacional. Jo diria, però, que més que el prestigi, l'aportació principal dels Nobel és que ens han enriquit a tots els membres de l'Acadèmia. Puc dir que vaig gaudir d'una de les vivències més interessants de la meva vida amb ells en el creuer que l'estiu passat vam fer pel Bàltic. Va ser una experiència increïble que em va enganxar definitivament a l'activitat acadèmica.

Una de les seves passions és la Fundació García Cugat. Ens en pot parlar una mica?

Ho és. La veritat és que tenim una gran activitat i la sort que la Dra. Montserrat Garcia Balletbó –la meva dona– és la responsable de la direcció científica i està molt més involucrada que jo sobre tota la recerca que s'hi fa. La Fundació va néixer fa més d'una dècada i avui compta amb el suport de diverses facultats

de Veterinària d'universitats espanyoles, com les de València, Còrdova i Múrcia. Cada any decidim on encaminar les investigacions i posem fil a l'agulla. Hi ha molta feina, però els resultats són molt satisfactoris. Fa uns dies, precisament, vaig assistir a la ciutat italiana de Bergamo a una trobada científica per a especialistes mèdics i fisioterapeutes sobre lesions futbolístiques que celebra el club de la ciutat, l'Atalanta. En aquesta trobada vaig presentar dos avenços importants que hem aconseguit a la Fundació en relació amb les patologies del pubis i del muscle tractades des d'un punt de vista biològic.

Entenem que es tracta de recerques pluridisciplinàries, amb metges i veterinaris...

Efectivament. Perquè si hem aconseguit fer aportacions al coneixement de les lesions i el seu tractament, intervenció i recuperació és degut a que portem anys fent estudis sobre animals (ovelles, porcs, conills, gossos). Això ens dona una visió real sobre els diversos tractaments que experimentem, principalment amb factors de creixement i cèl·lules mare, que són els elements en què estem treballant des de ja fa uns anys. I això ho implementem gràcies als projectes de la Fundació. També fa anys que experimentem sobre els cartílags. Per exemple, amb animals hem aconseguit una regeneració el cartílag gairebé absoluta. És cert que tot plegat requereix molts viatges, molta feina i nombroses intervencions sobre animals, com també la implicació de fins a un centenar de persones que dediquem part del temps de què disposem als projectes de la Fundació.

Més enllà dels seus èxits en cirurgia artroscòpia, vostè també és reconegut internacionalment com un pioner en tècniques de trasplantament de menisc i tractament amb cèl·lules mare i factors de creixement. Quin és el secret d'una activitat tan prolífica com valorada?

Són idees que vas prenent de col·legues d'arreu del món, com és el cas de la investigació amb animals com un primer pas per a la seva aplicació en pacients. Diuen que no sóc un metge a l'ús i haig de reconèixer que és així. Potser sóc més inquiet que altres, ja que no paro quiet. A la posada en pràctica de les nostres pròpies idees cal afegir les xerrades i els congressos on exposem els nostres avenços i també la visita d'especialistes que ens aporten punts de vista nous. És una tasca complexa, però que assumim amb alegria i bon humor. De fet, crec que no hi ha res més satisfactori que aportar coneixements nous i idees per millorar la vida de la gent.

És veritat, com es diu, que vostè va arribar a la medicina de pura causalitat?

Així és. En realitat, vaig venir a Barcelona per jugar al futbol. Tenia com a mentor el doctor José García Cugat, cirurgià ortopedista, traumatòleg i especialista en artroscòpia i medicina esportiva, fundador de l'Associació Espanyola d'Artroscòpia. A més, amb els anys va acabar essent el meu sogre. Amb aquests antecedents... és normal que acabés sent un especialista en medicina esportiva.

En el bon sentit, podem dir que vostè estava «sentenciat».

Més o menys. Quan vaig arribar a Barcelona amb la intenció d'esdevenir una estrella del futbol, el primer que em va dir el meu futur sogre és que calia estudiar. Hi vaig estar d'acord, però la meva idea –no massa clara, la veritat– era estudiar una Enginyeria o Arquitectura. El doctor García Cugat em va dir: «Jo t'ajudaré a decidir-te: demà vas al carrer Casanova, entres a l'edifici de l'Hospital Clínic, i allà et matricules». Li vaig contestar que en aquell indret només hi havia la Facultat de Medicina... «I què creus que estudiaràs tu?», em va respondre el meu mentor. I aquí van acabar tots els meus dubtes. El problema que jo tenia és que em marejava de veure la sang. «No podré», li vaig dir. «Tranquil, et desmaiàràs una o dues vegades, però a la tercera ja t'hi hauràs acostumat», va concloure. I així va ser. Un altre dubte resolt i vaig ser un aplicat estudiant de Medicina. Ara em fascinen l'enginyeria i l'arquitectura del cos.

Com és el dia a dia del Dr. Cugat?

Tracto que sigui el més productiu possible. I en això hi ha una paradoxa: tractant d'arribar a les 8.00-8.30 del matí no ho aconsegueixo, perquè visc fora de la ciutat i trigo molt en arribar a la feina. Així que vaig optar per començar a les 9.30-10.00 i allargar la jornada pel final. Als pacients que se sotmeten a una intervenció els és absolutament igual i així jo puc atendre més persones. Com a resultat, em passo tot el dia a l'Hospital Quirónsalud, de vegades fins massa tard. M'agradaria descansar una mica, almenys el cap de setmana, sobretot ara que ja vaig tenint una edat. Però la veritat és que quan no tens un curs tens un congrés, o una cirurgia urgent o imprevista... No puc dir que descansi massa, però és la meva vida. Tinc una agenda, en el fons, senzilla: el dilluns me'l passo tot el dia visitant; el dimarts, operant; el dimecres, també visitant; el dijous al matí sóc a la Mutualitat de Futbolistes de Catalunya i a la tarda torno a l'hospital fins que acabem, i el divendres operem futbolistes, entre 15 i 20 intervencions, durant tota la jornada. Alguns dissabtes també hi ha cirurgies o congressos. Òbviament, aquests últims cal preparar-los en les estones lliures. Per sort tinc un gran equip de professionals que m'ajuden molt. Els futbolistes van partit a partit; jo vaig setmana a setmana.

Rere l'espectacle i el negoci que genera el món del futbol hi ha la cara menys amable de les lesions. Quina és la seva dimensió en el futbol actual?

És tremenda. A la Mutualitat de Futbolistes estem tenint darrerament una mitjana de 27.000 lesions cada any, i això només en el futbol federat català. I abasta totes les edats, cada vegada amb més incidència en el futbol base i formatiu. Recentment vam fer un estudi i vam descobrir que en els últims cinc anys havíem tractat 125.251 futbolistes. És una autèntica barbaritat, però és una medicina assistencial en la qual cal ser-hi. Som molts especialistes, però molts pacients demanen per mi i m'agrada ser-hi per ajudar-los. M'ocupa molt temps i aprofito, com deia abans, el cap de setmana per atendre'ls; considero que aquesta és la meva feina i em dec a ells. El temps és el més car que hi ha. Tant de bo els dies tinguessin, en lloc de 24 hores, 30 o 35, però malauradament no és així.

No només es lesionen les grans estrelles, sinó els jugadors aficionats. Són cada vegada més joves? Hi ha més lesions en nens i més greus?

Cada any hi ha més futbolistes federats, sobretot més nens, i això lògicament ja comporta un nombre més gran de lesions. Però el que no veiem abans és que nens d'entre 6 i 8 anys tinguessin trencat el lligament creuat. És una lesió greu, per sort cada vegada menys greu de com era en el passat, quan gairebé sempre succeïa en futbolistes professionals o, com a mínim, en aficionats que portaven anys practicant esport i que jugaven a un nivell d'intensitat alt. Però ara ens trobem amb una nova realitat.

Hi ha alguna explicació per a aquest tipus de lesions en nens?

Crec que són diversos factors, sobretot en allò que es refereix a la gravetat de les lesions. El principal és que als nens se'ls està portant a competir massa aviat, en lloc d'ensenyar-los simplement a jugar al futbol i divertir-se. Aquest és un factor important en l'increment de les lesions en nens. L'altre és el material tècnic que s'utilitza. Ara els nens van millor calçats que abans. En el sentit esportiu usen les últimes botes que hi ha al mercat, cada vegada amb una subjecció millor al terreny de joc. El problema és que no deixen de ser una rèplica de les que usen els futbolistes professionals o simplement adults, amb unes característiques físiques i biomecàniques que no tenen els nens, ja que estan en ple creixement. La seva musculatura no està desenvolupada i en moments concrets de rotació, quan la bota es clava sobre el terreny de joc, el lligament creuat se sotmet a un sobreesforç que a vegades no pot resistir i arriba la lesió. Cal tenir en compte que també es tracta d'un lligament en desenvolupament, que no té la resistència del d'un adult.

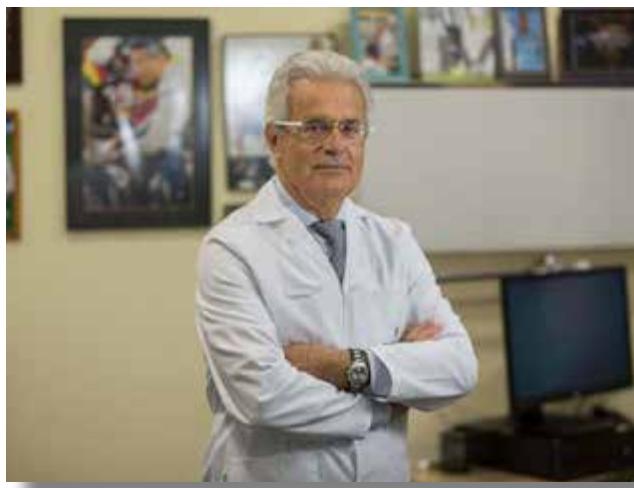
També hi ha veus contra la gespa artificial...

Sí. Els camps on juguen aquests nois també incideixen en bona mesura en aquest tipus de lesió. En la gran majoria són de gespa artificial i les botes tampoc solen ser adequades a aquesta superfície. És curiós com el principal criteri per comprar unes botes de futbol és elegir el mateix model que els jugadors professionals i no es té en compte la superfície de joc. Si aquests nens juguessin sobre gespa natural o sobre terra, com abans, probablement la incidència de la lesió seria menor.

Va ingressar a la RAED parlant de les lesions de menisc. Per tot el que ens ha comentat, el convidem a fer una conferència sobre les lesions esportives greus en nens...

Ho faria encantat. En allò que pugui ajudar, poden comptar amb mi. Em sedueix molt el grau d'implicació que té l'actual Junta de la RAED per portar aquesta institució al nivell que li correspon i també m'agradaria posar el meu granet de sorra. Tenim una Acadèmia formativa i lúdica que entre tots hem d'enfortir. I insisteixo en donar les gràcies a l'empenta del president, que està treballant a fons i de forma totalment desinteressada per la institució i, com a conseqüència, per la difusió de la ciència i la cultura enteses en el seu sentit més ampli.





DR. RAMON CUGAT
Doctor en Medicina

Ramon Cugat en persona

«Tenemos una Academia en el sentido más clásico del concepto: un lugar donde intercambiar conocimiento»

El doctor Cugat es, desde hace años, uno de los especialistas en la investigación, tratamiento e intervención de lesiones deportivas más reconocidos del mundo. En su acto de ingreso como académico de número de la Real Academia Europea de Doctores–Barcelona 1914 (RAED), en junio de 2016, estuvo acompañado por algunas de las principales figuras del fútbol actual, a quien ha tratado y con quien mantiene una estrecha amistad. Ese compromiso con sus pacientes, que va mucho más allá de la mera profesionalidad, es el que mantiene con la institución, pese a su frenética actividad. El pasado verano, durante el III Acto Internacional de la RAED que se celebró en diversas capitales del Báltico, no dudó en aceptar la invitación de ser uno de los introductores en la Academia del premio Nobel de Medicina o Fisiología Erwin Neher. Ramon Cugat ha asegurado que aquella fue una de las experiencias más gratificantes de su dilatada carrera. Tan es así que este verano –tras el encaje de agendas– se compromete a compartir de nuevo con los académicos y amigos de la RAED sus últimas investigaciones. Será una de esas citas imprescindibles.

Para empezar, háblenos de la RAED. ¿Sigue de cerca las actividades de la Academia?

No tanto como querría, porque me gustaría asistir a muchos de los actos programados, pero le puedo decir que leo con detenimiento el boletín semanal.

Me gusta la Academia por su intensa actividad y porque veo que en ella hay personas mucho más calificadas que yo de las que siempre se puede aprender. Su principal valor es que es una Academia pluridisciplinaria. Hay abogados, físicos, químicos... y los premios Nobel que van entrando. Es un lugar donde te puedes ilustrar. Y más allá de las conferencias o debates, me resulta muy interesante hablar con toda esa gente, intercambiar opiniones, que te expliquen sus vivencias y que les puedas explicar las tuyas. Creo que es una Academia en el sentido más clásico del concepto: un lugar donde intercambiar conocimiento.

Siempre enriquece cambiar de ambiente y adentrarse en otros campos...

Sí, porque habitualmente estamos muy encerrados en nuestro mundo, especialmente las personas como yo, que nos volcamos mucho en nuestra especialidad y que incluso nos dedicamos a ella durante nuestro tiempo libre. Debo confesar que hasta que descubrí la Academia y empecé a conocer a sus miembros y a charlar con ellos de mil cosas, se puede decir que apenas había salido de mi mundo. Y he descubierto que yo también puedo ilustrarlos, que se interesan por lo que hago y que viven mis experiencias con la misma pasión que podrían hacerlo los colegas de mi especialidad con los que tengo un trato habitual.

Deducimos de su respuesta que le falta tiempo para involucrarse más en la Academia...

Ese es el único y principal problema: que no tengo tiempo. Pero créame si le digo que me gustaría compartir más tiempo con los miembros de la RAED, asistir a los actos, a los debates, a los ingresos... Porque recibo puntualmente toda la información y realmente encuentro muchísimas propuestas atractivas. Pero uno ya tiene adquiridos muchos compromisos. Incluso ha sido difícil concertar esta entrevista. Acabo de llegar de Estados Unidos y ya tomo camino hacia Málaga sin apenas haber parado en Barcelona. Después me voy a Inglaterra y a China, para a continuación volver a Estados Unidos... Y tampoco puedo decir que tenga un respiro, ni siquiera el fin de semana, porque la verdad es que todos los días son iguales para mí. No puedo descansar, pero esta es mi vida. Es lo que he elegido y soy feliz así. En el fondo, puedo asegurar que el balance es satisfactorio.

El verano pasado sí encontró un hueco para la RAED y el próximo verano también está prevista su participación en el Acto Internacional que se desarrollará en un crucero por el Mediterráneo. ¿Cómo es que repite?

Me encantó la experiencia del pasado verano, así que no he dudado en repetir. Encaja mucho conmigo por todo lo que ya he dicho y porque, además, no deja de ser un encuentro familiar y con amigos en el que me acompaña mi

mujer, quien laboralmente también es mi principal colega. No voy a explicar nada de las charlas ni de la aportación de los premios Nobel que nos acompañaron que ya no se haya dicho. Hay dos cosas, quizás anecdóticas, que me llamaron especialmente la atención. La primera fue la visita a la Academia de Ingeniería de Suecia, que me sorprendió muy gratamente. La segunda, la visita al Ayuntamiento de Estocolmo, donde nos mostraron una sala donde ciudadanos anónimos acuden a trabajar y prestar sus servicios a la comunidad una vez acabada su jornada laboral. No me imagino algo similar aquí. Es lo que tiene conocer otras culturas, que siempre te enriquecen y te aportan algo. Más allá de estas dos anécdotas, debo decir que la experiencia fue muy gratificante.

¿Y qué me dice de su relación con el bioquímico Erwin Neher, todo un premio Nobel?

Pues que este tipo de personas nos aporta mucho más de lo que nosotros podemos aportarles, y aun así están agradecidos. Imagino que fue por el ambiente y la apuesta de la Academia por compartir el saber de esta forma tan informal y amistosa. Permítame un elogio para el presidente, Alfredo Rocafort: lo sabe llevar muy bien, con una excelente capacidad organizativa. El éxito de la institución que preside, el vuelo intelectual que ha cogido la RAED, es responsabilidad suya. Tiene una ambición para la Academia tremenda, y eso es lo que la ha hecho crecer y llegar a donde ha llegado. Por otra parte, la apuesta por los premios Nobel creo que ha sido acertadísima, porque gracias a ellos la institución ha adquirido prestigio internacional. Aunque más allá del prestigio en sí, yo diría que la principal aportación de los Nobel es que nos han enriquecido a todos los miembros de la Academia. Le aseguro que disfruté de una de las vivencias más interesantes de mi vida junto a ellos en el crucero que el verano pasado hicimos por el Báltico. Fue una experiencia increíble que me enganchó definitivamente a la actividad académica.

Una de sus pasiones es la Fundación García Cugat. Háblenos un poco de ella.

Lo es. La verdad es que tenemos una gran actividad y la suerte es que la Dra. Montserrat García Balletbó –mi mujer– es la responsable de la dirección científica y está mucho más involucrada que yo sobre lo que se investiga allí. La Fundación nació hace ya más de una década y hoy cuenta con el apoyo de diversas facultades de Veterinaria de universidades españolas, como las de Valencia, Córdoba y Murcia. Cada año decidimos hacia dónde encaminar las investigaciones y nos ponemos manos a la obra. Hay mucho trabajo, pero los resultados son muy satisfactorios. Precisamente hace unos días asistí en la ciudad italiana de Bérgamo a un encuentro científico para especialistas médicos

y fisioterapeutas sobre lesiones futbolísticas que celebra el club de fútbol de la ciudad, el Atalanta. En ese encuentro presenté dos avances importantes que hemos conseguido en la Fundación en relación con las patologías del pubis y del músculo tratadas desde un punto de vista biológico.

Se trata, se entiende, de investigaciones pluridisciplinarias, con médicos y veterinarios...

Efectivamente. Porque si hemos conseguido aportar algo al conocimiento de las lesiones, su tratamiento, intervención y recuperación es porque llevamos años realizando estudios sobre animales (ovejas, cerdos, conejos, perros). Eso nos da una visión real sobre los diversos tratamientos que experimentamos, principalmente con factores de crecimiento y células madre, que son los elementos en los que venimos trabajando desde hace ya unos años. Y eso lo implementamos gracias a los proyectos de la Fundación. Hace también años que experimentamos sobre los cartílagos. Por ejemplo, con animales hemos conseguido una regeneración del cartílago casi absoluta. Es cierto que todo ello requiere muchos viajes, mucho trabajo y numerosas intervenciones sobre animales, así como la implicación de hasta un centenar de personas que dedicamos parte del tiempo del que disponemos a los proyectos de la Fundación.

Más allá de sus logros en cirugía artroscópica, usted también es reconocido internacionalmente como un pionero en técnicas de trasplante de menisco y tratamiento con células madre y factores de crecimiento. ¿Cuál es el secreto de una actividad tan valorada como prolífica?

Son ideas que vas cogiendo de colegas de todo el mundo, como es el caso de la investigación con animales como primer paso para su aplicación en pacientes. Dicen que no soy un médico al uso y debo reconocer que es así. Quizá soy más inquieto que otros, pues no paro. Porque a esa puesta en práctica de nuestras propias ideas hay que añadir las charlas y los congresos donde exponemos nuestros avances y también la visita de especialistas que nos aportan nuevos puntos de vista. Es una labor compleja, pero que asumimos con alegría y buen humor. De hecho, creo que no hay nada más satisfactorio que aportar nuevos conocimientos e ideas para mejorar la vida de los demás.

¿Es verdad, como se dice, que llegó a la medicina de casualidad?

Así es. En realidad, yo llegué a Barcelona para jugar a fútbol. Tenía como mentor al doctor José García Cugat, cirujano ortopeda, traumatólogo y especialista en artroscopia y medicina deportiva, fundador de la Asociación Española de Artroscopia, quien con los años acabó convirtiéndose en mi suegro. Con esos antecedentes es normal que acabara siendo un especialista en medicina deportiva.

En el buen sentido, se podría decir que estaba usted «sentenciado».

Algo así. Cuando llegué a Barcelona con la intención de convertirme en una estrella del balompié, lo primero que me dijo mi futuro suegro es que tenía que estudiar. Estuve de acuerdo, pero mi idea, la verdad que no demasiado clara, era estudiar una Ingeniería o Arquitectura. El doctor García Cugat me espetó: «Yo te ayudaré a decidirte: mañana vas a la calle Casanova, entra en el edificio del Hospital Clínico y allí te matriculas». Le contesté que allí solo estaba la Facultad de Medicina... «¿Y qué crees que vas a estudiar tú?», me soltó mi mentor. Y ahí se acabaron todas mis dudas. El problema que yo tenía es que ver la sangre me mareaba. «No voy a poder», le dije. «Tranquilo, te desmayarás una o dos veces, pero a la tercera ya te habrás acostumbrado», zanjó. Y así fue. Otra duda resuelta y me convertí en un aplicado estudiante de Medicina. Ahora me fascinan la ingeniería y la arquitectura del cuerpo.

¿Cómo es el día a día del doctor Cugat?

Trato de que sea lo más productivo posible. Y aquí se da una paradoja: tratando de empezar a las 8.00-8.30 de la mañana no lo consigo, porque al vivir fuera de la ciudad tardo mucho en llegar. Así que opté por empezar a las 9.30 o las 10.00 y alargar la jornada por la tarde. A quien tiene que someterse a una intervención eso le da absolutamente igual y yo así puedo atender a más pacientes. Como resultado, me paso todo el día en el Hospital Quirónsalud, a veces hasta demasiado tarde. Me gustaría descansar un poco, al menos durante el fin de semana, sobre todo ahora que ya tengo una edad. Pero la verdad es que cuando no tienes un curso tienes un congreso, y cuando no una cirugía urgente o imprevista... No puedo decir que descanse demasiado, pero es mi vida. Mi agenda, en el fondo, es sencilla: los lunes me los paso todo el día visitando; el martes, operando; el miércoles, visitando; el jueves por la mañana me lo paso en la Mutualidad de Futbolistas de Cataluña y por la tarde vuelvo al hospital hasta que acabamos, y el viernes operamos a futbolistas, entre 15 y 20 intervenciones, durante toda la jornada. Algun sábado también hay cirugías o congresos. Obviamente estos últimos los tengo que preparar en mis ratos libres. Por suerte tengo un gran equipo de profesionales que me ayudan mucho. Los futbolistas van partido a partido; yo voy semana a semana.

Detrás del espectáculo y el negocio que genera el mundo del fútbol hay la cara menos amable de las lesiones. ¿Cuál es su dimensión en el fútbol actual?

Es tremenda. En la Mutualidad de Futbolistas estamos teniendo últimamente un promedio de 27.000 lesiones cada año, y eso solo en el fútbol federado catalán. Y abarca todas las edades, cada vez con más incidencia en el fútbol

base y formativo. Recientemente hicimos un estudio y descubrimos que en los últimos cinco años habíamos tratado a 125.251 futbolistas. Es una auténtica barbaridad, pero es una medicina asistencial en la que hay que estar. Somos muchos especialistas, pero muchos pacientes preguntan por mí y me gusta ayudarles. Me lleva mucho tiempo y aprovecho, como antes decía, el de los fines de semana para atenderles, pero considero que este es mi trabajo y me debo a ellos. El tiempo es lo más caro que hay. Ojalá los días tuviesen, en vez de 24 horas, 30 o 35, pero lamentablemente no es así.

No solo se lesionan las grandes estrellas, sino los jugadores aficionados. ¿Son cada vez más jóvenes? ¿Más lesiones en más niños y de mayor gravedad?

Cada año hay más futbolistas federados, sobre todo más niños, y eso lógicamente ya comporta un mayor número de lesiones. Pero lo que no veíamos antes es que niños de entre 6 y 8 años tuviesen roto el ligamento cruzado anterior. Es una lesión grave, afortunadamente cada vez menos grave de lo que lo era en el pasado, cuando se daba casi siempre en futbolistas profesionales o, como mínimo, en aficionados que llevaban años en la práctica del deporte y que jugaban a un alto nivel de intensidad. Pero ahora nos encontramos con una nueva realidad.

¿Tienen alguna explicación ese tipo de lesiones en niños?

Creo que son varios los factores, sobre todo en lo referido a la gravedad de las lesiones. El principal es que a los niños ahora se les está llevando a competir demasiado pronto, en lugar de enseñarles simplemente a jugar al fútbol y divertirse. Este es un factor importante en el incremento de lesiones en niños. El otro es el material técnico que se utiliza. Ahora los niños van mejor calzados que antes. En el sentido deportivo usan las últimas botas que hay en el mercado, cada vez con un agarre mejor al terreno de juego. El problema es que no dejan de ser una réplica de las que utilizan los futbolistas profesionales o simplemente adultos, con unas características físicas y biomecánicas que no tienen los niños, porque están en pleno crecimiento. Su musculatura no está desarrollada y en momentos concretos de rotación, cuando la bota se clava en el terreno de juego, el ligamento cruzado se somete a un sobreesfuerzo que a veces no puede resistir y llega la lesión. Hay que tener en cuenta que también se trata de un ligamento en desarrollo, que no tiene la resistencia del de un adulto.

También se oyen voces contra el césped artificial...

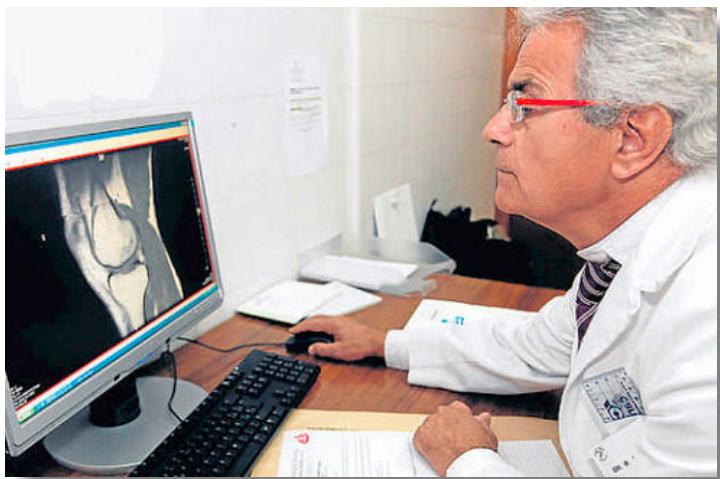
Sí. Los campos donde juegan estos chicos también inciden en buena medida en este tipo de lesión. En su gran mayoría son de césped artificial y las botas

tampoco suelen ser adecuadas para esta superficie. Es curioso cómo el principal criterio para comprar unas botas de fútbol sea elegir el mismo modelo que los jugadores profesionales y no se tenga en cuenta la superficie de juego. Si estos niños jugasen sobre césped natural o sobre tierra, como antes, probablemente la incidencia de la lesión sería menor.

Ingresó en la RAED hablando de las lesiones de menisco. Dado lo comentado anteriormente, le emplazamos a dar una conferencia sobre las lesiones deportivas graves en niños.

Lo haría encantado. En lo que pueda ayudar, cuenten conmigo. Me seduce mucho el grado de implicación que tiene la actual Junta de la RAED para llevar a esta institución al nivel que le corresponde y también me gustaría poner mi granito de arena. Tenemos una Academia formativa y lúdica que entre todos tenemos que fortalecer. E insisto en dar las gracias al empuje del presidente, que está trabajando a fondo y de forma totalmente desinteresada por la institución y, como consecuencia, por la difusión de la ciencia y la cultura entendidas en su sentido más amplio.





DR. RAMON CUGAT
Doctor in medicine

“We have an academy in the classic sense of the term: a place in which to exchange knowledge”

Dr Cugat has for several years been one of the world's most highly recognised specialists in research into, the treatment of, and operations involving sports injuries. It therefore comes as no surprise to learn that he was accompanied, on the occasion of his formal acceptance as a numerary member of the Royal European Academy of Doctors of Barcelona, 1914 (RAED), by various leading figures of today's world of football, who have been treated by him and with whom he now maintains a close friendship. That commitment to his patients, which goes far beyond the physician's usual professional relationship with his charges, is the one that he also keeps up with our institution, despite his frenetic activity. Last summer, during the third international event of the RAED, a peripatetic affair held in various Baltic capital cities, he did not hesitate to accept the invitation to be one of the speakers engaged by the Academy to introduce Erwin Neher, winner of the Nobel Prize in Medicine. He confirms that this was one of the most rewarding experiences of his long career. He will be attending again this summer, other diary commitments permitting, and has agreed to share details of his latest research with his fellow academics and friends of the academy. It promises to be an event not to be missed.

To begin with, please tell me about the Academy. I understand that you closely follow its activities.

Not as much as I would wish to, because I would like to attend many more events, but I can tell you that I read the weekly newsletter attentively. I like the Academy for its intense activity, and because I see that there are people there who are much more qualified than me, from whom there is always something to learn. Its main feature is that it is a multidisciplinary academy. There are lawyers, physicians, chemists... and a steady incoming succession of Nobel laureates. It is a place where you can indulge in thought that goes beyond the usual conferences or discussions. I find it very interesting to talk with all these people, to exchange opinions and recount our respective experiences to each other... I think that it is an academy in the classic sense of the term: a place in which to exchange knowledge.

It is always enriching to enjoy a change of scene and delve into other fields.

Yes, because we are usually shut up in our own space, especially people like me, who invest a lot of effort in our specialism, even devoting our free time to it. I must confess that until I discovered the Academy, and started to get to know the other members and chat to them about all manner of subjects, you could say that I practically never came out on my own little world. And I have discovered that I am also able to inform others with an interest in what I do, while living my experiences with the same passion as any of the colleagues with whom I have regular contact.

It is now just a question of finding the time needed.

That is the only main problem: I just don't have time. But I won't be lying if I tell you that I would like to share more time with them, attend the events, take part in the debates and inauguration ceremonies.... Because I regularly receive the corresponding information, and find many of the proposed activities really attractive. But look, we all have so many existing commitments. Even you had difficulty finding me. I've just come back the United States, and am now on my way to Malaga after barely stopping in Barcelona. Then I'm off to England; then to China and then back to the US.... This barely leaves me time to breathe, not even at weekends, because to tell the truth, every day is the same to me. I just cannot rest, but such is my life. It's one I have chosen, and I'm happy with it. I assure you that it is ultimately very satisfying.

I did manage to find a gap in my diary for the RAED last summer, and I know that I will also be taking part in this summer's international event being held around the Mediterranean.

I loved the experience, and just had to repeat it. It fits in with a lot of what I have said, because it amounts to a reunion with family and friends that I can attend with my wife, who is also my main work colleague. None of my explanations of the talks or contributions of our accompanying Nobel laureates will contain anything that has not been said before. Let me tell you a couple of things. They might be just anecdotes, but they attracted my special attention. The first of these was the visit to the Swedish Academy of Engineering, which was a pleasant surprise. The second was the visit to Stockholm City Hall, where they showed us a room where normal citizens come to work and offer their services to the community after their usual working day. I cannot imagine anything like that here. This is what getting to know other cultures does: it enriches your experience and teaches you some lesson or other. I must tell you, going beyond these two stories, that the experience was very rewarding.

What can you say about your relationship with Neher?

Well, people like him give us much more than we give them, but they are nevertheless thankful, I imagine, for the ambience of the Academy and its efforts to share knowledge in such an informal and friendly way. I think praise is due to its president, Dr Rocafort, who runs the institution very well. Indeed I think that its success and the atmosphere that it enjoys are down to him. He is tremendously ambitious on the Academy's behalf, which is what has made it grow and be what it is today. I think that his focus on Nobel laureates has been absolutely right, because it is thanks to this that the institution has gained such international prestige. However, going beyond this prestige, I would say the main contribution of the Nobel laureates concerned has been to benefit everyone involved in the Academy. I can say that I enjoyed one of the most interesting experiences in my life together with them during last year's Baltic cruise. It was an incredible experience, which definitely got me hooked on academic activities.

Please tell me about the García Cugat Foundation. I know it is one of your passions.

It is. The truth is that we conduct some great activities, and I am lucky that my wife Montse, who is in charge of scientific management, can take much more responsibility than me for a lot of the research that goes on there. The Foundation was set up more than a decade ago, and now has the support of faculties of veterinary medicine at various Spanish universities, such as Valencia,

Córdoba and Murcia. We decide every year on the lines of research that we are going to follow, and then it's all hands on deck. It involves a lot of work, but the results are very satisfying. Just these last few days, I have been in Bergamo in Italy, at a scientific meeting for medical specialists and physiotherapists held by the Atalanta football club, discussing the pathologies of football and two important advances that we have achieved there in relation to the pathology of the pubis and the muscle, treated from a biological point of view.

I understand that it is concerned with multidisciplinary research, involving both doctors and veterinarians.

Exactly. If there is one thing that we have managed to contribute to the knowledge of injuries, treatments, surgical interventions and subsequent recovery, it is because we have spent years conducting studies on animals like sheep, pigs, rabbits, dogs and so on. This gives us a real insight into the various treatments that we are experimenting with, mainly involving growth factors and stem cells; items that we have been working on for some years now. And we are doing all this thanks to the projects of the Foundation. We have also been experimenting with animal cartilage for several years, and have managed to regenerate it to a point where you could say that we have replicated normal cartilage. It is true that all this requires a lot of travelling, a lot of work and numerous operations involving animals, with the involvement of up to a hundred people, all dedicating some of their time to the projects concerned.

You are in fact internationally recognised, in addition to your valued clinical operations, as a pioneer in the field of meniscus transplant techniques and treatment with stem cells or growth factors.

And arthroscopic surgery. These are ideas that you pick up from the many colleagues around you in the world of research with animals, as a first step towards application to human patients. They say that I am not a normal doctor, and I should admit that this is so. Maybe I'm more restless than others, and it could be said that I never stop. This implementation of our own ideas also involves lectures and congresses where we reveal our progress, along with the presence of visiting specialists who provide us with new points of view. It is a complex task, but one that we assume with cheerfulness and good humour. Indeed I think that there is nothing more satisfying than contributing new knowledge and ideas for improving the lives of others.

I understand that you entered the field of medicine by pure chance.

That is true. I actually came to Barcelona to play football. My mentor was Dr García Cugat, an orthopaedic and trauma surgeon specialised in arthroscopy

and sports medicine, and the founder of the Spanish Arthroscopy Association. He also became my father-in-law in the intervening years. So with these antecedents...

Your path was somehow “predestined”.

Something like that. When I arrived in Barcelona with the intention of becoming a football star, the first thing he told me was that I had to study. I agreed, and told him that I wanted to do either engineering or architecture. I wasn't really decided. So he said to me: “I'll help you decide. Make your way to the Calle Casanova tomorrow, go into the *Hospital Clínico* building and enrol as a student”. “But that's only the medical faculty. There's no engineering or architecture department,” I replied. “And what you think you're going to study there?” That would enter my doubts. The problem was that the sight of blood made me feel faint. I'm not going be able to do it”, I told him. “Take it easy. You'll feel faint once or twice, but by the third time you'll have become used to it” was his final word on the matter. And so it was. With another doubt resolved, I turned into a hard-working medical student, and am now an enthusiast of the engineering and architecture of the human body.

So how is the intense day-to-day life that Dr Cugat has adopted?

I try to make it as productive as possible. And here is a paradox: I try to get to work by 8 or 8.30 a.m., but never make it, because I live out of town and it takes me longer to arrive. So I opted for a 9.30 or 10 a.m. start, followed by a longer working day. This makes no difference whatsoever to anyone scheduled for an operation, and I can also fit in more patients. I hang around the Quirón Hospital all day, sometimes until way past my normal time. I would like to relax a little, at weekends at least, even more so at my present age. But the truth is that when you don't have a course to teach, you have a congress to attend, or – failing that – an urgent operation to perform, or something else unforeseen. I can't say that relax too much, but that's my life. My diary is basically quite straightforward. I have surgery all day Monday. I spend all of Tuesday performing operations, followed by surgery again on Wednesday. I spend Thursday mornings at the Catalan Footballers' Mutual Association, before returning to the hospital in the afternoon and staying there until we finish. We spend all day Friday performing operations, on between fifteen and twenty footballers. I also perform operations on some Saturdays, if I am not attending congresses. And I spend my spare time preparing for them! I'm lucky to have a great team of people, who help me a lot. This is not the work of one single person. I could say but I live, like a footballer, from week to week.

There is, behind the show business and commercial world of football, another more discreet, but also essential, world of medical specialists.

And it is a big one. We are currently treating an average of 27,000 injuries every year at the Footballers' Mutual Association. And these figures are just for the league game in Catalonia. Having said that, they include players of all ages and increasingly to grassroots football and training. We recently carried out a study, and discovered that we had treated 125,251 footballers in the previous five years. This is a really massive figure. It's a type of medical assistance that requires you to be there on the spot. There are many specialists among us, but many patients asked for me by name, and I like to be there. Treating then takes up a lot of my time, including – as I mentioned – my weekends, but it's my job, and I feel that I owe it to them. Time is the dearest thing we have. It would be great if days were 30 or 35 hours long instead of 24, but it is not to be.

It is not just the big stars who get injured; many amateur players and, as I am too aware, more and more youths and children are suffering more serious injuries.

There are more and more registered league players every year, especially youths, and it is logical that there should be a greater number of injuries. But something that we never saw before was children aged six, seven or eight with torn anterior cruciate ligaments. It is a serious injury, but fortunately less severe than it was in the past, which normally involved professional footballers or possibly amateurs who had been playing the sport at a high level for several years. But the present situation is what we find.

Is there any explanation other than pure statistics?

I think there are various factors, especially those involving the seriousness of the injury concerned. The main one is that children are entering the competitive sport too early, instead of just being taught how to play football and enjoy themselves. This is an important factor affecting this increase in the number of injuries to children. Another one is the equipment being used. Children now play with better footwear than they used to. In fact, in the sporting sense, they use the latest boots on the market, which are designed for improved grip on the playing field. The problem is that they are still only a replica of what professional, or merely adult, players use; with physical and biomechanical characteristics that do not match the needs of a growing child. Their musculature is not yet fully developed and there are specific types of rotation, like when the boot becomes anchored in the surface of the pitch, which result in high loads on the anterior cruciate ligament, which sometimes cannot resist the strain, resulting in injury. We should also bear in mind that we are talking about a growing ligament, which does not have the same resistance as that of an adult.

Voices are also being raised against artificial turf.

Yes. The fields where these youngsters play are often associated with this type of injury. The pitch is made of artificial turf in the vast majority of cases, and their boots are not designed for such a surface. It is strange that the main criteria applied when choosing which football boots to buy is that they should be of the same brand as professional players, without taking into account the playing surface. If these youngsters played on natural turf or on a dirt surface, as they would have done previously, there would probably be fewer injuries.

You mentioned meniscus injuries in your acceptance speech for the Royal Academy. Why not tell us more about this perhaps less-well-known subject of serious injuries that affect youths and children?

I would love to. Insofar as I can help... here I am. I am enchanted by the degree of involvement and commitment of the Academy's current board, and would like to add my two cents' worth. We have an educational and leisure institution that we need to promote jointly. I really must thank the Academy's president for the way that he works for the institution in a completely disinterested way and, by extension, for the dissemination of science and culture in their broadest sense.



RAED Tribuna Plural. La revista científica

REVISTA 1 - Número 1/2014

Globalización y repliegue identitario, *Ángel Aguirre Bazzán* El pensament cristià, *Josep Gil Ribas*. El teorema de Gödel: recursivitat i indecidibilitat, *Josep Pla i Carrera*. De Königsberg a Göttingen: Hilbert i l'axiomatització de les matemàtiques, *Joan Roselló Moya*. Computerized monitoring and control system for ecopyrogenesis technological complex, *Yuriy P. Kondratenko, Oleksiy V. Kozlov*. Quelques réflexions sur les problèmes de l'Europe de l'avenir, *Michael Metzeltin*. Europa: la realidad de sus raíces, *Xabier Añoveros Trias de Bes*. Discurs Centenari 1914-2014, *Alfredo Rocafort Nicolau*. Economía-Sociedad-Derecho, *José Juan Pintó Ruiz*. Entrevista, *Jaime Gil Aluja*.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X

Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 404.

REVISTA 2 - Número 2/2014 Monográfico Núm. I

I Acto Internacional: Global Decision Making.

2014: à la recherche d'un Humanisme renouvelé de El Greco à Nikos Kazantzakis, *Stavroula-Ina Piperaki*. The descent of the audit profession, *Stephen Zeff*. Making global lawyers: Legal Practice, Legal Education and the Paradox of Professional Distinctiveness, *David B. Wilkins*. La tecnología, detonante de un nuevo panorama universitario, *Lluís Vicent Safont*. La salida de la crisis: sinergias y aspectos positivos. Moderador: *Alfredo Rocafort Nicolau*. Ponentes: Burbujas, cracs y el comportamiento irracional de los inversores, *Oriol Amat Salas*. La economía española ante el hundimiento del sector generador de empleo, *Manuel Flores Caballero*. Tomando el pulso a la economía española: 2014, año de encrucijada, *José María Gay de Liébana Saludas*. Crisis económicas e indicadores: diagnosticar, prevenir y curar, *Montserrat Guillén i Estany*. Salidas a la crisis, *Jordi Martí Pidelaserra*. Superación de la crisis económica y mercado de trabajo: elementos dinamizadores, *José Luis Salido Banús*.

Indicadores de financiación para la gestión del transporte urbano: El fondo de comercio, El cuadro de mando integral: Una aplicación práctica para los servicios de atención domiciliaria, Competencias de los titulados en ADE: la opinión de los empleadores respecto a la contabilidad financiera y la contabilidad de costes. Teoría de conjuntos clásica versus teoría de subconjuntos borrosos. Un ejemplo elemental comparativo. Un modelo unificado entre la media ponderada ordenada y la media ponderada. Predicting Credit Ratings Using a Robust Multi-criteria Approach.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X

Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 588.

REVISTA 3 - Número 3/2014

Taula rodona: Microorganismes i patrimoni. Preàmbulo, *Joaquim Gironella Coll*. L'arxiu Nacional de Catalunya i la conservació i restauració del patrimoni documental, *Josep Maria Sans Travé, Gemma Goikoechea i Foz*. El Centre de Restauració Béns Mobles de Catalunya (CRBMC) i les especialitats en conservació i restauració, *Àngels Solé i Gili*. La conservació del patrimoni històric davant l'agressió per causes biològiques, *Pere Rovira i Pons*. Problemática general de los microorganismos en el patrimonio y posibles efectos sobre la salud, *Maria dels Àngels Calvo Torras*. Beyond fiscal harmonisation, a common budgetary and taxation area in order to construct a European republic, *Joan- Francesc Pont Clemente*. El microcrédito. La financiación modesta, *Xabier Añoveros Trias de Bes*. Extracto de Stevia Rebaudiana. *Pere Costa Batllori*. Síndrome traumático del segmento posterior ocular, *Carlos Dante Heredia García*. Calculadora clínica del tiempo de doblaje del PSA de próstata, *Joaquim Gironella Coll, Montserrat Guillén i Estany*. Miguel Servet (1511-1553). Una indignació coherent, *Màrius Petit i Guinovart*. Liquidez y cotización respecto el Valor Actual Neto de los REITs Españoles (Las SOCIMI), *Juan María Soriano Llobera, Jaume Roig Hernando*. I Acte Internacional: Global decision making. Resum. Entrevisita, *Professor Joaquim Barraquer Moner*.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 376

REVISTA 4 - Número 4/2014

Sessió Acadèmica: La simetria en la ciència i en l'univers. Introducció, evocació del Dr. Jaume Vallcorba Plana, *David Jou Mirabent i Pilar Bayer i Isant*. La matemàtica de les simetries, *Pilar Bayer i Isant*, l'Univers i les simetries trencades de la física, *David Jou Mirabent*. Sessió Acadèmica: La financiación de las grandes empresas: el crédito sindicado y el crédito documentario. Los créditos sindicados, *Francisco Tusquets Trias de Bes*. El crédito documentario. Una operación financiera que sustituye a la confianza en la compraventa internacional, *Xabier Añoveros Trias de Bes*. Sessió Acadèmica: Vida i obra d'Arnau de Vilanova. Introducció, *Josep Gil i Ribas*. Arnau de Vilanova i la medicina medieval, *Sebastià Giralt*. El *Gladius Iugulans Thomatistas* d'Arnau de Vilanova: context i tesis escatològiques, *Jaume Mensa i Valls*. La calidad como estrategia para posicionamiento empresarial, *F. González Santoyo, B. Flores Romero y A.M. Gil Lafuente*. Etnografía de la cultura de una empresa, *Ángel Aguirre Baztán*. L'inconscient, femení i la ciència, *Miquel Bassols Puig*. Organización de la producción: una pers-

pectiva històrica, *Joaquim Bautista Valhondo y Francisco Javier Llovera Sáez. La quinoa (*Chenopodium quinoa*) i la importància del seu valor nutricional, Pere Costa Batllori.*

El Séptimo Arte, *Enrique Lecumberri Martí. "Consolatio"* pel Dr. Josep Casajuana i Gibert, *Rosmarie Cammany Dorr, Jaume Gil Aluja i Josep Joan Pintó Ruiz. The development of double entry: An example of the International transfer of accounting technology, Christopher Nobes.* Entrevista, *Dr. Josep Gil Ribas.*

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 460

REVISTA 5 - Número 1/2015

Sessió Acadèmica: Salut, economia i societat. Presentació, *M.dels Àngels Calvo Torras.* Descripción y valoración crítica de los diferentes sistemas sanitarios en Europa, *Joaquim Gironella Coll.* Efectos económicos en el sistema público de salud del diagnóstico precoz de las enfermedades, *Ana María Gil Lafuente.* Estar sano y encontrarse bien: El reto, *Rosmarie Cammany Dorr.* What is the greatest obstacle to development? *Alba Rocafort Marco.* Aceleradores globales de la RSE: Una visión desde España, *Aldo Olcese Santoja.* Zoonosis transmitidas por mascotas. Importancia sanitaria y prevención, *M. dels Àngels Calvo Torras y Esteban Leonardo Arosemena Angulo.* Seguretat alimentària dels aliments d'origen animal. Legislació de la Unió Europea sobre la fabricació de pinsos, *Pere Costa Batllori.* Panacea encadenada: La farmacología alemana bajo el III Reich y el resurgir de la Bioética, *Francisco López Muñoz.* Laicidad, religiones y paz en el espacio público. Hacia una conciencia global, *Francesc Torralba Roselló.* Inauguración del Ciclo Academia y Sociedad en el Reial Cercle Artístic de Barcelona. Entrevista, *Dr. José Juan Pintó Ruiz.*

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 356

REVISTA 6 - Número 2/2015

Sessió Acadèmica: Subrogación forzosa del acreedor. Presentación, *José Juan Pintó.* La subrogación Forzosa del acreedor: Concepto, Naturaleza, Finalidad y Efectos, *Alfonso Hernández Moreno.* La utilización de la subrogación forzosa en la práctica: Aspectos relevantes y controvertidos, *Fran-*

cisco Echevarría Summers. Methods of Modeling, Identification and Prediction of Random Sequences Base on the Nonlinear Canonical Decomposition, Igor P. Atamanyuk, Yuriy P. Kondratenko. Rien n'est pardonné!. *Stravroula-Ina Piperaki.* Seguretat alimentària dels aliments d'origen animal. Legislació de la Unió Europea sobre la fabricació de pinsos II. Pinsos ecològics, Pere Costa Batllori. The relationship between gut microbiota and obesity, Carlos González Núñez, M. de los Ángeles Torras. Avidesa i fulgor dels ulls de Picasso, David Jou Mirabent. Problemática de la subcontratación en el sector de la edificación, Francisco Javier Llovera Sáez, Francisco Benjamín Cobo Quesada y Miguel Llovera Ciriza. Jornada Cambio Social y Reforma Constitucional, Alfredo Rocafort Nicolau, Teresa Freixes Sanjuán, Marco Olivetti, Eva María Poptcheva, Josep Maria Castellà y José Juan Pintó Ruiz. Inauguración del ciclo "Academia y Sociedad" en el Reial Cercle Artístic de Barcelona: Nuevas amenazas. El Yihadismo, Jesús Alberto García Riesco. Presentación libro "Eva en el Jardín de la Ciencia", Trinidad Casas, Santiago Dexeus y Lola Ojeda. "Consolatio" pel Dr. Jaume Vallcorba Plana, Xabier Añoveros Trias de Bes, Ignasi Moreta, Armand Puig i Tàrrech.

Entrevista, Dr. David Jou Mirabent.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X

Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 400

REVISTA 7 - Número 3/2015 Monográfico Núm.2

II Acto Internacional: Congreso Internacional de investigación "Innovación y Desarrollo Regional". Conferencia Inaugural: Lecciones de la crisis financiera para la política económica: austeridad, crecimiento y retos de futuro, Aznar Alarcón, P., Gay de Liébana Saludas, J.M., y Rocafort Nicolau, A., **Eje Temático 1. Gestión estratégica de las organizaciones:** Diseño, operación y gestión de un modelo de negocio innovador, Medina Elizondo, M. y Molina Morejón, M. Matriz insumo producto como elemento de estrategia empresarial, Towns Muñoz, J.A., y Tuda Rivas, R. Valoración sobre la responsabilidad social de las empresas en la comarca lagunera, De la Tejera Thomas, Y.E., Gutiérrez Castillo, O.W., Medina Elizondo, E., Martínez Cabrera, H., y Rodríguez Trejo, R.J. Factores de competitividad relacionados con la internacionalización. Estudio en el estado de Coahuila, González Flores, O., Armenteros Acosta, M. del C., Canibe Cruz, F., Del Rio Ramírez, B. La contextualización de los modelos gerenciales y la vinculación estratégica empresa-entorno, Medina Elizondo, M., Gutiérrez Castillo, O., Jaramillo

Rosales, M., Parres Frausto, A., García Rodríguez, G.A. Gestión estratégica de las organizaciones. Los Estados Unidos de Europa, *Barquero Cabrero, J.D.* El análisis de la empresa a partir del Valor Añadido, *Martí Pidelaserra, J.* Factors influencing the decision to set up a REIT, *Roig Hernando, J., Sorianó Llobera, J.M., García Cueto, J.I.*

Eje Temático 2: Gestión de la Innovación y desarrollo regional: Propuesta metodológica para la evaluación de ambientes de innovación empresariales. Aplicaciones en el estado de Hidalgo, México, *Gutiérrez Castillo, O.W., Guerrero Ramos, L.A., López Chavarría, S., y Parres Frausto, A.* Estrategias para el desarrollo de la competitividad del cultivo del melón en la comarca lagunera, *Espinoza Arellano, J de J., Ramírez Menchaca, A., Guerrero Ramos, L.A. y López Chavarría, S.* Redes de Innovación Cooperativa en la región lagunera. *Valdés Garza, M., Campos López, E., y Hernández Corichi, A.* Ley general de contabilidad gubernamental. Solución informática para municipios menores de veinticinco mil habitantes, *Leija Rodríguez, L.* La innovación en la empresa como estrategia para el desarrollo regional, *González Santoyo, F., Flores Romero, B., y Gil Lafuente, A.M.* Aplicación de la Gestión del conocimiento a la cadena de suministro de la construcción. La calidad un reto necesario, *Llovera Sáez, F.J., y Llovera Ciriza, M.*

Eje Temático 3. Gestión del capital humano y cultura organizacional: Influencia del capital humano y la cultura emprendedora en la innovación como factor de competitividad de las pyme industriales, *Canibe Cruz, F., Ayala Ortiz, I., García Licea, G., Jaramillo Rosales, M., y Martínez Cabrera, H.* Retos de la formación de empresarios competitivos de la región lagunera, México. Competencias estratégicas gerenciales y su relación con el desempeño económico en el sector automotriz de Saltillo. *Hernández Barreras, D., Villanueva Armenteros, Y., Armenteros Acosta, M. del C., Montalvo Morales, J.A.* Facio Licera, P.M., *Gutiérrez Castillo, O.W., Aguilar Sánchez, S.J., Parres Frausto, A., del Valle Cuevas, V.* Competencias estratégicas gerenciales y su relación con el desempeño económico en el sector automotriz de Saltillo, *Hernández Barreras, D., Villanueva Armenteros, Y., Armenteros Acosta, M. del C., Montalvo Morales, J.A.* Identificación y diseño de competencias laborales en las áreas técnicas de la industria textil en México. *Vaqueira Hernández, J., Molina Morejón, V.M., Espinoza Arellano, J. de J.* Self-Perception of Ethical Behaviour. The case of listed Spanish companies, *García López, M.J., Amat Salas, O., y Rocafort Nicolau, A.* Descripción y valoración Económico-Sanitaria de los diferentes sistemas sanitarios en el espacio europeo, y de las unidades de hospitalización domiciliaria en las comunidades autónomas de España, *Gironella Coll, J.* El derecho público en el Quijote. Derecho de gentes y derecho político, *Añoveros Trias de Bes, X.*

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 558

REVISTA 8 - Número 4/2015

Sessió Acadèmica: l'Aigua, una visió interdisciplinària. El agua: características diferenciales y su relación con los ecosistemas, *M. Angels Calvo Torras*. L'aigua en l'origen i en el manteniment de la vida, *Pere Costa Batllori*. Planeta océano, passad, presente y futuro desde una visión particular. Proyecto AQVUAM, *Miquel Ventura Monsó*. Aportación sobre el debate del agua, *Fausto García Hegardt*. Sesión Académica: Ingeniería y música. Presentación, *Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra*, Las comunicaciones móviles. Presente y futuro, *Ramon Agustí*. Sessió Acadèmica: Debat sobre la religió civil. Presentació, *Francesc Torralba Roselló*. La religió vertadera, *Josep Gil Ribas*. La religión civil, *Ángel Aguirre Bartzán*. La religión en la que todos los hombres están de acuerdo, *Joan-Francesc Pont Clemente*. Aportació al debat sobre la religió, *Josep Gil Ribas*. El camino hacia la libertad: el legado napoleónico en la independencia de México, *Enrique Sada Sandoval*. Los ungüentos de brujas y filtros de amor en las novelas cervantinas y el papel del *Dioscórides* de Andrés Laguna, *Francisco López Muñoz*, *Francisco Pérez-Fernández*. La lingüística como economía de la lengua, *Michael Metzeltin*. Situación de la radioterapia entre las ciencias, *Santiago Ripol Girona*. Conferencia: Las fuerzas armadas y el Ejército de Tierra, *Teniente General Ricardo Álvarez-Espejo García*, Entrevista, *Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra*.

Edición impresa: ISSN: 2339-997X, Edición electrónica: ISSN: 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014, Págs. 410

REVISTA 9 - Número 1/2016

Sessió Acadèmica: Unitats canines d'odorologia. Usos actuals i noves perspectives, *M. dels Àngels Calvo i Lluís Pons Anglada*. La odisea de la voz. La voz y la ópera. Aspectos médico-artísticos. *Pedro Clarós*, *Marcel Gorgori*. Sessió Acadèmica: La bioeconomia, nou paradigma de la ciència. Presentación, *M. dels Àngels Calvo*, liEconomia ecològica: per una economía que faci les paus amb el planeta, *Jordi Roca*. Capital natural versus desarrollo sostenible, *Miquel Ventura*, Sesión Académicas Multidisciplinaria: Accidente nuclear de Chernóbil. El accidente de la central nuclear de Chernóbil. Controversias sobre los efectos sobre la salud 30 años después, *Albert Biete*. Los efectos sobre el medio animal, vegetal y microbiano, *M. dels Àngels Calvo*, El cost econòmic de l'accident de Txernòbil: una aproximació, *Oriol Amat*. La visión del ingeniero en el accidente y actuaciones reparativas posteriores, *Joan Olivé*. Chernóbil y Fukushima: La construcción diferencial

mediática de una misma realidad, *Rosmarie Cammany*. El virreinato de la Nueva España y la Bancarrota del Imperio Español, *Enrique Sada Sandoval. Mistakes and dysfuncstions of “IRR” an alternative instrument “FYR”, Alfonso M. Rodríguez*. El derecho y la justicia en la obra de Cervantes, *Xavier Añoveros Trias de Bes*. Arquitectura motivacional para hacer empresa familiar multigeneracional, *Miguel Angel Gallo*. La vida de Juan II de Aragón (1398-1479) tras la operación de sus cataratas, *Josep M. Simon*. PV Solar Investors Versus the kingdom of Spain: First state victory, at least 27 more rounds to go, *Juan M. Soriano y José Ignacio Cueto*. Entrevista, Dra. M. dels Àngels Calvo Torras.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X
Depósito legal: B 12510-2014 Págs.418

REVISTA 10 - Número 2/2016 Homenajes núm.1

Discurso de ingreso de la Académica de Honor, *Excma. Sra. Dra. Rosalía Arteaga Serrano*: Presentación a cargo del Académico Excmo. Sr. Dr. Joan-Francesc Pont Clemente. Discurso de Ingreso de la Académica de Honor, *Excma. Sr. Dra. Leslie C. Griffith*: Presentación a cargo del Académico Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós Blanch. Discurso de ingreso del Académico de Honor, *Excmo. Sr. Dr. Ernesto Kahan*: Presentación a cargo del Académico Excmo Sr. Dr. Josep-Ignasi Saranyana Closa. Discurso del Académico de Honor, *Excmo. Sr. Dr. Eric Maskin*: Presentación a cargo del Académico Excmo. Sr. Dr. Juan Francisco Corona Ramon.

Edición impresa ISSN: 2339-997X. Edición electrónica ISSN 2385-345X
Depósito Legal: B 12510-2014 Págs 382

REVISTA 11 - Número 3/2016

Sesión Académica: Medicamentos, genes y efectos terapéuticos, *M. dels Àngels Calvo, Joan Sabater*. Sessió Acadèmica: Ramon Llull (Palma, 1232-Tunis, 1316), Presentació, *Josep Gil*, Ramon Llull. Vida i obra, *Jordi Gayà, l'Art com a mètode, Alexander Fidora*, El pensament de Ramon Llull, *Joan Andreu Alcina*. Los animales mitológicos como engendro de venenos y antídotos en la España Áurea: a propósito del basilisco y el unicornio en las obras literarias de Lope de Vega, *Cristina Andradr-Rosa y Francisco López Muñoz*. El poder en la empresa: Potestas y Auctoritas, *Miguel Àngel*

Gallo Laguna de Rins. El efecto del Brexit en la validez de las cláusulas arbitrales existentes con Londres como sede del arbitraje, *Juan Soriano Llobera, Ignacio García Cueto*. Desviaciones bajo el modelo de presupuesto flexible: un modelo alternativo, *Alejandro Pursals Puig*. Reflexions en torno a la economía del conocimiento, *Leandro J. Urbano, Pedro Aznar Alarcón*. “Consolatio” para los siguientes académicos: Josep M. Bosch, Albert Cassellas, Paulino Castells, Felip Albert Cid, Andrés Clarós, Miquel Duran i Albert Serratosa. Lliurament del títol de Fill Il·lustre de Reus al Dr. Josep Gil Ribas (21.09.2016), *Josep-Ignasi Saranyana*. Entrevista, *Josep-Ignasi Saranyana Closa*.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X
Depósito legal: B 12510-2014. Págs. 314

REVISTA 12 - Número 4/2016 Homenajes núm.2

Discurso de ingreso del Académico de Honor, *Excmo. Sr. Dr. Aaron Ciechanover*: Presentación a cargo del Académico Numerario, *Excmo. Sr. Dr. Rafael Blesa González*. Discurso de ingreso del Académico de Honor, *Excmo. Sr. Dr. Josep Maria Gil Vernet-Vila*. Presentación a cargo del Académico Numerario, *Excmo. Sr. Dr. Pedro Clarós*. Discurso de ingreso del Académico *Excmo. Sr. Dr. Björn O. Nilsson*: Presentación a cargo de la Académica Numeraria, *Excma. Sra. Dra. Maria dels Àngels Calvo Torras*. Discurso de ingreso del *Excmo. Sr. Dr. Ismail Serageldin*: Presentación a cargo de la Académica de Honor *Excma. Sra. Dra. Rosalía Arteaga Serrano*.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X
Depósito legal: B 12510-2014. Págs. 272

REVISTA 13 - Número 5/2016

Debate: El impacto del BREXIT en la economía española y en el resto de países de la UE. *Oriol Amat, Santiago José Castellá, Juan Francisco Corona, Joan-Francesc Pont*. Debate: Titanic. Cómo tomar imágenes a 3800 metros de profundidad. El corto viaje del Titanic – Seguridad marítima, antes y después del Titanic, *Jaime Rodrigo de Larrucea*, El naufragio del Titanic y sus enseñanzas, *Frederic Malagelada*, ¿Arqueología subacuática a 4.000 metros de fondo?, *Pere Izquierdo Tugas*, Los límites de la imagen submarina, *Josep Maria Castellví*, Cónference sur la misión Aout 2016 Sur l'Eclairage du TITANIC, *Christian Petron*, Moderador del debate, *Andrés*

Clarós Blanch. Al grito de la nación: Mompox y Cartegena, precursoras en la independencia de Colombia, *Enrique Sada Sandoval*, Satisfacció de los alumnos con el plan de estudios de las licenciaturas en educación primaria y preescolar, *Rocío del Carmen López Muñiz*, Degradación ambiental del agua subterránea en el entorno de la gestión gubernamental de los recursos Hídricos, México, *José Soto Balderas*, La Formazioni Generazionale nelle Aziende Familiari, *Salvatore Tomaselli*. La fagoterapia y sus principales aplicaciones en veterinaria, Diego Morgades Gras, Francesc Josep Riera Tarifa, Sandra Valera Martí, y M. Àngels Calvo. Aproximació al món d'Ausias March, *Salvador de Brocà Tella*, Diseño estratégico para le reemplazo del equipo en la empresa, *González-Santoyo*, F. Flores Romero, B. Gil Lafuente A.M. The end of accounting, Baruch Lev. Entrevista, Miguel Angel Gallo Laguna de Rins.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X

Depósito legal: B 12510-2014. Págs. 316

REVISTA 14 - Número 1/2017

Debate: La Amenaza Interna de la Unión Europea. La amenaza interna de la Unión Europea: Refundar Europa, *Santiago José Castellá Surribas*, Rumbo económico en 2017, ¿marcado por la brújula política?, *José María Gay de Liébana Saludas*. Debate: Juan Clarós cambió la historia de Cataluña en la guerra de la independencia 1808-1814, *Pedro Clarós, Leticia Darna, Domingo Neuenschwander, Óscar Uceda*. Presentación del libro: Sistemas federales. Una comparación internacional. Presentación, *Teresa Freixes*, Introducción, *Mario Kölling*, El federalismo en Alemania hoy, *Roland Sturm*, La ingeniería política del federalismo en Brasil, *Celina de Souza*, La construcción federal desde la ciudad, *Santiago José Castellá*. Debate: Empresa familiar. Más allá de la tercera generación. Empresa familiar. Más allá de la tercera generación. El resto de la sucesión, *Juan Francisco Corona Ramon*, Empresa familiar, *José Manuel Calavia Molinero*. Debate: La situación hipotecaria en España tras las sentencias del tribunal de justicia de la Unión Europea y del Tribunal Supremo. Presentación, *Alfonso Hernández-Moreno*, Origen de la crisis hipotecaria y activismo judicial, *Fernando P. Méndez*, La evolución legislativa y jurisprudencial en la calificación registral en materia de hipotecas, *Rafael Arnáiz Ramos*. El consentimiento informado y el control de transparencia, *Manuel Ángel Martínez*. Cláusulas suelo, intereses moratorios y vencimiento anticipado, *Antonio Recio Córdova*. El problema psíquico y psicológico en Don Quijote, *Xabier Añoveros Trias de Bes*, El

análisis y la gestión del riesgo a partir de la Evaluación Formal de la Seguridad (EFS/FSA): un nuevo modelo de seguridad portuaria, *Jaime Rodrigo de Larrucea*. Entrevista, José Ramón Calvo Fernández.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X,
Depósito legal: B 12510-2014. Págs. 468

REVISTA 15 - Número 2/2017

Debate: Debate. Lutero 500 años después (1517-2017): Martin Luter en el seu context històric, *Salvador de Brocà*, Martín Lutero y los inicios de la Reforma protestante, *Josep Castanyé i Subirana*. Die theologische Entwicklung Martin Luthers und die Confessio Augustana, *Holger Luebs*. Lutero como creador de la lengua literaria alemana moderna, *Macià Riutort*. Debate: Mejora de la viabilidad de las empresas familiares: Empresa familiar: Incrementar su supervivencia, *Miguel Angel Gallo*. De la Gobernanza y su ausencia: Gestión pública y Alta dirección en la forja del Estado Mexicano (1821-1840), *Enrique Sada Sandoval*. Los huevos tóxicos o la eficacia de una RASFF, *Pere Costa Batllori*. Control de Micotoxinas en alimentación y salud pública, *Byron Enrique Borja Caicedo y M. Àngels Calvo Torras*. La aplicación parcial del principio de subsidiariedad es contraria al Tratado de la UE, se enfrenta al principio de solidaridad y fomenta los nacionalismos de Estado. *Félix de la Fuente Pascual*. Costa Brava 2020 Reserva de la Biosfera. Retos y oportunidades de innovar integrando el uso sos-tenible del territorio y el mar, *Miquel Ventura*. Ir Encuentro científico. Convergencia de caminos: Ciencia y empresa RAED-IESE-ULPGC. III Acto Internacional. Congreso Europeo de Investigaciones Interdisciplinarias: La evolución de la ciencia en el siglo XXI. Entrevista, Pedro Clarós.

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN 2385-345X,
Depósito legal: B 12510-2014. Págs. 242

REVISTA 16 - Número 3/2017 Monográfico Núm.3

III Acto Internacional. Congreso Europeo de Investigaciones Interdisciplinarias “La evolución de la Ciencia en el Siglo XXI”. Conferencia Inaugural: Limits to taxation, Dr. Juan Francisco Corona. Bloque Ciencias Humanas y Sociales: La crisi della democrazia rappresentativa, *Dra. Paola Bilancia*. El reto de mejorar la información financiera de las empresas, *Dr. Frederic Borràs*.

Financial reporting and auditing in a global environment, *Dr. José María Bové*. La emergencia de las ciudades en la nueva sociedad internacional: ¿Hacia la ciudad estado?, *Dr. Santiago José Castellà*. Déficit, deuda e ilusión financiera, *Dr. Juan Francisco Corona*. Europa en la encrucijada, *Dra. Teresa Freixes*. Empresa familiar: Incrementar su supervivencia, *Dr. Miguel Ángel Gallo*. Algunas consideraciones críticas acerca del retracto de créditos litigiosos y el derecho a la vivienda, *Dr. Alfonso Hernández-Moreno*. El cambio climático y su comunicación: factores determinantes para su comprensión, *Dra. Cecilia Kindelán*. Comentarios sobre la empresa partiendo de los conceptos de rentabilidad y productividad, *Dr. Jordi Martí*. Academic contributions in Asian tourism research: A bibliometric analysis, *Dr. Onofre Martorell, Dr. Marco Antonio Robledo, Dr. Luis Alberto Otero Dra. Milagros Vivel*. El Fondo de Comercio Interno registrado como una innovación en la Contabilidad, *Dr. Agustín Moreno*. Laicidad y tolerancia: vigencia de Voltaire en la Europa de hoy, *Dr. Joan-Francesc Pont*. La toma de decisiones empresariales inciertas mediante el uso de técnicas cualitativas, *Dr. Alejandro Pursals*. Presente y futuro de la Unión Europea: El papel de la educación y la universidad, *Dr. José Regidor*. El derecho y la legislación proactiva: nuevas perspectivas en la ciencia jurídica, *Dr. Jaime Rodrigo*. Assess the relative advantages and disadvantages of absorption costing and activity based costing as alternative costing methods used to assess product costs, *Alba Rocafort*. Instrumentos para la creación de empleo: Las cooperativas de trabajo, *Dr. José Luis Salido*. Acotaciones a la cultura de la edad moderna occidental, *Dr. Enrique Tierno*. **Bloque Ciencias de la Salud:** ¿Cómo debemos enfocar el tratamiento mediante implantes dentales?, *Dr. Carlos Aparicio*. Estilos de vida y cáncer. Situación Actual, *Dr. Albert Biete*. Alzheimer, síndrome de Down e inflamación, *Dr. Rafael Blesa, Dra. Paula Moral Rubio*. Foodborne viruses, *Dr. Albert Bosch, Dra. Susana Guix i Dra. Rosa M. Pintó*. Resistencias a los antimicrobianos y alimentación animal, *Dra. M. Àngels Calvo, Dr. Esteban Leandro Arosemena*. Tabaco o Salud: Los niños no eligen, *Dr. José Ramón Calvo*. La enfermedad calculosa urinaria: situación actual de los nuevos paradigmas terapéuticos, *Dr. Joaquim Gironella*. La organización hospitalaria, factor de eficiencia, *Dr. Francisco Javier Llovera, Dr. Lluís Asmarats, Javier Soriano*. Esperanza de vida, longevidad y función cerebral, *Dr. José Regidor*. Nueva metodología para el tratamiento del TDAH mediante el ejercicio físico, *Dra. Zaira Santana, Dr. José Ramón Calvo*. **Conferencia de clausura:** La Bioingeniería en el tratamiento de la sordera profunda, *Dr. Pedro Clarós*. **Conferencia especial:** Agustín de Betancourt. Un ingeniero genial de los siglos XVIII Y XIX

entre España y Rusia, *Dr. Xabier Añoveros Trias de Bes.* **Els Acadèmics – Los Académicos:** Entrevista / Entrevista / Interview: *Dr. Xabier Añoveros Trias de Bes.*

Edición impresa ISSN: 2339-997X, Edición electrónica ISSN: 2385-345X,
Depósito Legal: B 12510 - 2014. Págs. 560

□ □ □

REAL ACADEMIA EUROPEA DE DOCTORES

Junta de Gobierno

Presidente: *Dr. Alfredo Rocafort Nicolau*

Vicepresidente: *Dr. Xabier Añoveros Trias de Bes*

Vicepresidente: *Dr. Pedro Clarós*

Secretario General: *Dr. José Luis Salido Banús*

Vicesecretario: *Dr. Juan Pedro Aznar Alarcón*

Editor: *Dr. David Jou Mirabent*

Tesorero: *Dr. Jordi Martí Pidelaserra*

Presidente Sección 1^a. Ciencias Sociales: *Dr. Joan-Francesc Pont Clemente*

Presidenta Sección 2^a. Ciencias de la Salud: *Dra. Maria dels Àngels Calvo Torras*

Presidente Sección 3^a. Ciencias Humanas: *Dr. Josep-Ignasi Saranyana Closa*

Presidente Sección 4^a. Ciencias Experimentales: *Dr. Albert Bosch Navarro*

Presidente Sección 5^a. Ciencias Tecnológicas: *Dr. Jaime Rodrigo de Larrucea*

Senado:

Presidente: *Dr. Miguel Ángel Gallo Laguna de Rins*

Instituto de Investigaciones Interdisciplinarias:

Presidente: *Dr. José Ramón Calvo Fernández*

Secretario: *Dr. Jordi Martí Pidelaserra*

Otros cargos:

Letrado Asesor: *Dr. Alfonso Hernández-Moreno*

Adjunto a Presidencia: *Dr. Albert Biete Solà*

Adjunta a Presidencia: *Dra. Rosmarie Cammany Dorr*

Adjunto a Presidencia. *Dr. Juan Alfonso Cebrián Díaz*

Adjunto a Presidencia: *Dr. Joaquim Gironella Coll*

Adjunto a Presidencia: *Dr. Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra*

□ □ □

1914-2014



RAED