

Acte solemne d'investidura com a doctora honoris causa
de la professora

Roberta Sessoli



Discurs de presentació del professor
Albert Escuer

Textos en català
Texts in English

JUNY DEL 2023



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

150
ANYS



EDIFICI
HISTÒRIC

Acte solemne d'investidura com a doctora honoris causa
de la professora

Roberta Sessoli



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

150
ANYS



EDIFICI
HISTÒRIC

Acte solemne d'investidura com a doctora honoris causa
de la professora

Roberta Sessoli

Discurs de presentació del professor
Albert Escuer

JUNY DEL 2023

Rector
Joan Guàrdia Olmos

President del Consell Social
Joan Corominas Guerin

© Edicions de la Universitat de Barcelona
Adolf Florensa, s/n, 08028 Barcelona, tel.: 934 035 430
comercial.edicions@ub.edu, www.edicions.ub.edu



Fotografia de la coberta: Claustre del Pati de Ciències de l'Edifici Històric de la Universitat de Barcelona

Dipòsit digital: <http://hdl.handle.net/2445/207875>

Aquest document està subjecte a la llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada de Creative Commons, el text de la qual està disponible a: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.



Sumari

Protocol de l'acte	9
Discurs de presentació del professor Albert Escuer	13
Sponsor's speech by Professor Albert Escuer	19
Discurs de la professora Roberta Sessoli	25
Speech by Professor Roberta Sessoli	33

Protocol de l'acte

Acte solemne d'investidura com a doctora honoris causa de la professora Roberta Sessoli

1. S'entra en processó mentre el Cor UB interpreta el cant d'entrada.
2. El rector, Joan Guàrdia Olmos, explica l'objectiu de la sessió acadèmica.
3. El rector dona la paraula a la secretària general, Marina Solé Català, la qual llegeix l'acta del nomenament com a doctora honoris causa de la professora Roberta Sessoli.
4. El rector invita el vicedegà de la Facultat de Química, Ramón Bosque Pueyo, i el padrí, Albert Escuer Fité, a anar a cercar la doctoranda i acompanyar-la fins al Paranimf, mentre intervé el Cor UB.
5. El rector dona la benvinguda a la professora Roberta Sessoli, la qual s'asseu al lloc que li ha estat reservat.
6. El padrí llegeix el seu discurs, en el qual presenta els mèrits de la seva patrocinada.
7. El rector demana al padrí i al vicedegà de la Facultat de Química que acompanyin la doctoranda a la presidència.
8. El rector pronuncia les paraules d'investidura:
Pel Consell de Govern de la Universitat de Barcelona, a proposta de la Facultat de Química, heu estat nomenada doctora honoris causa en testimoniatge i reconeixença dels vostres rellevants mèrits.

En virtut de l'autoritat que m'ha estat conferida, us faig lliurament d'aquest títol i —com a símbol— del birret llorejat, antiquíssim i venerat distintiu del magisteri. Porteu-lo com a corona dels vostres mereixements i estudis.

Rebeu l'anell que en l'antiguitat es tenia el costum de lliurar, en aquesta venerada cerimònia, com a emblema del privilegi de signar i segellar els dictàmens, les consultes i les censure escaients a la vostra ciència i professió.

Rebeu també aquests guants blancs, símbol de la puresa, que han de servir les vostres mans, signes de la distinció de la vostra categoria.

Perquè us heu incorporat a aquesta universitat, rebeu ara, en nom del seu Claustre, l'abraçada de fraternitat dels qui s'honoren i es congratulen d'ésser els vostres germans i companys.

9. El rector dona la paraula a la nova doctora, Roberta Sessoli, la qual és acompanyada al púlpit pel padrí i el vicedegà de la Facultat de Química.
10. Intervé la doctora Roberta Sessoli.
11. El padrí i el vicedegà de la Facultat de Química acompanyen la doctora Roberta Sessoli al lloc reservat.
12. Intervé el Cor UB.
13. El rector procedeix al lliurament dels diplomes dels Premis Extraordinaris de Grau del curs 2020-2021.
14. Intervé el Cor UB.
15. El president del Consell Social de la Universitat de Barcelona, Joan Corominas Guerin, fa el seu discurs.
16. El rector fa el seu discurs.
17. Tots els assistents a l'acte canten l'himne *Gaudeamus igitur*.

GAVDEAMVS IGITVR

Gaudeamus igitur,
iuuenes dum sumus. [bis]
Post iucundam iuuentutem,
post molestam senectutem,
nos habebit humus. [bis]

Vbi sunt qui ante nos
in mundo fuere? [bis]
Adeas ad inferos,
transeas ad superos,
hos si uis uidere. [bis]

Viuat Academia,
uiuant professores. [bis]
Viuat membrum quodlibet,
uiuant membra quaelibet,
semper sint in flore. [bis]

16. El rector aixeca la sessió.
17. Se surt en processó mentre el Cor UB interpreta interpreta el cant de sortida.

Discurs de presentació
del professor Albert Escuer

Rector Magnífic,
vicerectors i vicerectors,
senyor president del Consell Social,
autoritats acadèmiques,
companys de la Facultat de Química, alumnes i amics,

En nom de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona em respon l'honor de presentar als membres d'aquest Claustre la nova doctora, la professora Roberta Sessoli. En primer lloc, vull agrair el suport a la candidatura de la professora Sessoli, al llarg de tot el seu recorregut al Departament de Química Inorgànica i Orgànica, a la Facultat de Química i al seu degà, el professor Miquel Vidal, a la Junta Consultiva i, finalment, al rector de la Universitat per acceptar la proposta.

D'acord amb els nostres estatuts, la distinció d'honoris causa es basa en els mèrits acadèmics, científics o culturals, en els valors i en la vinculació amb la Universitat. A tall de presentació, i fent un breu apunt biogràfic, la professora Sessoli, florentina de soca-rel, va obtenir el doctorat en Química en el camp dels materials magnètics de baixa dimensionalitat el 1992, sota la direcció del professor Dante Gatteschi. Després de diverses estades en universitats franceses (Institut d'Électronique Fondamentale – Université Paris-Sud o el departament de recerca fonamental al centre d'estudis nuclears de Grenoble), el 1997 va reincorporar-se com a investigadora a la Università degli Studi di Firenze i l'any 2000 va promocionar-se com a docent en la figura equivalent a la del nostre *professor titular*. En aquest punt inicial de la seva carrera acadèmica, cal destacar que, amb bon criteri pel que s'ha vist posteriorment, ja va ser reconeguda per la SocietÀ Chimica Italiana amb la Medalla Nasini al millor químic inorgànic jove de l'any. Posteriorment, el 2012, va ser promocionada a catedràtica a la mateixa universitat.

Pel que fa a la seva trajectòria científica, la recerca de la professora Sessoli s'ha centrat en el camp dels materials magnètics de baixa dimensio-

nalitat, en especial a escala molecular, des d'una perspectiva que se situa entre la química i la física. En els seus treballs inicials va estudiar els sistemes en què els cations paramagnètics presenten una relaxació lenta de la magnetització en una molècula, propietat que porta les molècules a comportar-se com un imant, els denominats *imants monomoleculars*. Aquests sistemes mesoscòpics se situen en la frontera entre el món quàntic i el món clàssic i, immediatament i de manera natural, el seu treball es va dirigir cap a l'estudi dels efectes quàntics sobre les dinàmiques d'espín, en què va incloure l'estudi del túnel quàntic de la magnetització i va desenvolupar mètodes físics per aprofitar la biestabilitat magnètica a escala molecular per a les seves possibles aplicacions en diferents àmbits de la nanotecnologia, però també per entendre la ciència fonamental d'aquests fenòmens.

Concretament, d'uns anys ençà els treballs de la professora Sessoli s'han basat majoritàriament en l'aplicació de molècules magnètiques a la computació quàntica i hi ha estudiat com millorar els temps de coherència quàntica a temperatures raonables per a aplicacions reals.

Actualment ha obert una nova línia de recerca en el camp del magnetisme molecular estudiant la interfície entre la quiralitat estructural i el magnetisme. En aquest sentit, són destacables els estudis recents sobre la determinació de dicroisme magnetoquiral gegant en sistemes helicoidals homoquirals i sobre el control de l'anisotropia magnètica i del bescanvi magnètic mitjançant camps elèctrics. Si volguéssim definir la trajectòria de la professora Sessoli, el més adient seria qualificar-la com el més allunyat de la rutina, sempre en la primera línia de la recerca de nous fenòmens i sense deixar de banda la incidència d'aquesta en possibles aplicacions.

Aquesta descripció curta de la seva recerca és necessàriament general i incompleta, i pot dir poca cosa als no especialistes. Perquè us feu una idea de la seva repercussió, us en comentaré algunes dades bibliogràfiques: a més de la publicació de diversos llibres o capítols de llibre, ha publicat més de 400 articles en revistes científiques de primer nivell i ha acumulat més de 50.000 citacions del seu treball i un índex *h* de 100. Ha estat membre de les juntes consultives d'associacions i instituts de recerca de diferents països, i destaca la seva participació en el Science and Technology Advisory Council de la Comissió Europea, sota la presidència de Juan Manuel Barroso, els anys 2013-2014, en el qual va contribuir a la planificació de l'Horitzó 2020. Actualment és membre, entre d'altres, de l'European

Academy of Science and Arts, l'American Chemical Society i la Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, i és *fellow* de la Royal Society of Chemistry.

La repercussió de la seva feina ha estat extraordinària i s'ha traduït en nombrosos reconeixements que ha rebut d'entitats i organitzacions molt diverses. Sense ser exhaustius, us direm que la professora Sessoli ha estat reconeguda amb les màximes distincions de les principals societats químiques europees, com ara la Societ  Chimica Italiana, la Société Chimique de France, la Royal Society of Chemistry i la Real Sociedad Española de Química. L'any 2015 la Internacional Union of Pure and Applied Chemistry, que és la societat global que agrupa les societats químiques nacionals, li va atorgar el premi Distinguished Women in Chemistry.

Tal com he comentat anteriorment, el seu treball s'ha mogut en un terreny multidisciplinari, per la qual cosa també ha rebut reconeixements des de l'àmbit de la física, com, per exemple, el premi Agilent Technologies Europhysics, el Lecoq de Boisbaudran, atorgat per l'European Rare Earth and Actinide Society, o la seva elecció com a *Beller lectureship* de l'American Physical Society.

A m s de la seva intensa activitat de recerca i d'aquesta impressionant acumulació de reconeixements, ha mantingut sempre l'interès per la docència, tant a la seva universitat com a les universitats de Mainz (Alemanya), Otago (Nova Zelanda) i Pierre et Marie Curie (Par s), com a professora visitant. Un altre aspecte de mestratge que cal destacar és la seva capacitat formativa al capdavant del laboratori que dirigeix, en el qual s'han perfeccionat nombrosos investigadors d'arreu. Es pot dir, com a mostra d'aquesta capacitat formativa, que de les vuit edicions dels prestigiosos premis OKIA, atorgats des del 2006 per l'European Institute of Molecular Magnetism, en tres ocasions els han guanyat investigadors provinents del seu laboratori.

L'acte que ens reuneix avui aquí té una singularitat afegida. Les distincions honoris causa es van instaurar a la nostra universitat l'any 1931. Al llarg del seu recorregut han estat fortament masculinitzades, tal com mostra el fet que, de les cent quaranta-set que s'han atorgat, tot just set han estat per a dones. Sens dubte, durant molt de temps aquestes distincions han estat el mirall de la societat en què s'emmarcaven, però, afortunadament, aquesta estadística està començant a canviar en els darrers anys.

La singularitat d'aquest acte ve donada pel fet que, per primer cop en gairebé un segle, la nostra universitat reconeix amb la seva màxima distinció una professora de l'àmbit de les ciències experimentals, fet que ens alegra pel que significa de normalització.

Si bé aquesta *laudatio* està centrada en els mèrits personals de la nova doctora, tota carrera brillant té les seves arrels en un entorn concret i en les persones que li han fet de mestre en etapes determinants de la seva trajectòria. En el nostre ofici, unes generacions transmetem coneixements a la següent, ja sigui als nostres estudiants de grau, ja sigui als de màster, doctorat o postdoctorat, però, a més d'aquesta docència, una de les nostres funcions és oferir un ambient propici per despertar l'entusiasme dels nostres alumnes, saber reconèixer i potenciar el talent de les persones que tenen qualitats per arribar lluny i, en el millor dels casos, sentir la satisfacció que proporciona que l'alumne superi el mestre.

Fa quasi quaranta anys, en els vells laboratoris de la Via Maragliano es va reunir un grup de científics de primeríssima línia que van ser el nucli del LAMM, el Laboratorio di Chimica Molecolare, que va proporcionar a la professora Sessoli aquest entorn estimulant. Un laboratori creat sota la direcció del professor Dante Gatteschi, del qual vull fer esment expressament en aquesta *laudatio*, com a gran científic, mestre i amic de Barcelona, i del qual recordo l'entusiasme amb què parlava d'aquella investigadora brillant que tenia en el seu grup de recerca.

Roberta, è stato un onore per me fare questa presentazione e darti il benvenuto tra i nostri accademici, come un ulteriore passo nella lunga relazione tra i nostri laboratori, a volte scientifici, sempre d'amicizia.

Com correspon, per finalitzar aquesta *laudatio*, considerats i exposats els mèrits, sollicito que es procedeixi a investir la professora Roberta Sessoli amb el grau de doctora honoris causa per la Universitat de Barcelona. Moltes gràcies.

Sponsor's speech by
Professor Albert Escuer

Honourable Rector and vice-rectors,
Chair of the Board of Trustees and academic authorities,
Colleagues at the Faculty of Chemistry, students and friends,

On behalf of the Faculty of Chemistry of the University of Barcelona, it is my honour to introduce Dr Roberta Sessoli to our Doctors' Senate. And before all else, I wish to thank the Department of Inorganic and Organic Chemistry for its support during the period of Dr Sessoli's nomination, and Dean Miquel Vidal and the Faculty of Chemistry, the Advisory Board and finally Rector Joan Guàrdia for approving the nomination.

The University of Barcelona's statutes determine that our Doctor Honoris Causa distinction should recognize a scholar's academic, scientific and cultural achievements, their personal and professional virtues and their association with our university. Let me take these few moments to describe Dr Sessoli's merits in all these areas. A native daughter of Florence, Roberta Sessoli received her PhD in Chemistry from that city's university in 1992, working on low-dimensional molecular magnetic materials under the supervision of Dante Gatteschi. In 1997, after a period in France at Paris-Sud University's Institute for Fundamental Electronics and the Fundamental Research Department of the Grenoble Center for Nuclear Studies, Sessoli returned to the University of Florence as a researcher and, in 2000, was promoted to associate lecturer. Also in 2000 she received the Italian Chemical Society's Nasini Medal for Best Young Inorganic Chemist of the Year, clearly an indication of the extraordinary direction her professional career would take. And in 2012, the University of Florence made her a full university professor.

During her career, Dr Sessoli's research into low-dimensional molecular magnetic materials has straddled the fields of chemistry and physics. Her initial work examined how paramagnetic cations display slow relaxation of the magnetization of a molecule, a property which leads molecules to behave as magnets in the form of what we call single-molecule magnets

or SMMs. These mesoscopic systems are located on the border between quantum and classical regimes and, immediately and naturally, Sessoli's work soon became focused on the study of quantum effects on spin dynamics, on quantum spin tunnelling and physical methods to use magnetic bistability at a molecular level to develop applications in nanotechnology but also to more completely understand the fundamental science of these phenomena.

In more recent years, Dr Sessoli has applied magnetic molecules to quantum computing, studying how to improve quantum coherence times at reasonable temperatures for real applications.

Currently, she has begun new research in the interface between structural chirality and magnetism, conducting studies to determine giant magneto-chiral dichroism in homochiral helical systems and control magnetic anisotropy and magnetic exchange interactions through electric fields — activities that make her workaday world a place that is far removed from the humdrum routine of many, constantly at the forefront of new research yet never neglecting the possible applications of what has already been established.

This necessarily brief and incomplete description of Dr Sessoli's work may not give the non-specialists among us more than a general sense of our colleague's contribution to her field. But her scientific production and work as a panel member certainly will. With more than 400 papers published in leading journals and more than 50,000 citations to date, Dr Sessoli has an *h*-index of 100. She has sat on the advisory boards of important research institutes and associations in different countries, including the European Commission's Science and Technology Advisory Council under Juan Manuel Barroso during the years 2013 and 2014, when she contributed to the planning of Horizon 2020. And she is currently a member of Academia Europaea, the American Chemical Society, the German National Academy of Sciences Leopoldina and the Royal Society of Chemistry, of which she is also a fellow.

The impact of Dr Sessoli's work has been extraordinary and official recognition of this has come from many places, starting with the Società Chimica Italiana, La Société Chimique de France, the Real Sociedad Española de Química and the Royal Society of Chemistry. In 2015, the International Union of Pure and Applied Chemistry, which brings together

national chemical societies, awarded her the Distinguished Woman in Chemistry award. Furthermore, the multidisciplinary nature of her work has won her recognition in the field of physics in the form of the Agilent Technologies Europhysics Prize, the European Rare Earth and Actinide Society's LeCoq de Boisbaudran award and a Beller Lectureship from the American Physical Society.

In addition to her intense research activity, Dr Sessoli has always maintained an interest in teaching, both at her own alma mater in Florence and as a visiting professor at the Johannes Gutenberg University of Mainz, New Zealand's University of Otago and the former Pierre and Marie Curie University in Paris. Her ability as an educator is no less formidable in the laboratory, where her guidance as a permanent staff member at the University of Florence's Laboratory of Molecular Magnetism (LaMM) has helped many young scientists from different countries hone their research skills. Indeed, on no less than three occasions in the last eight editions of the European Institute of Molecular Magnetism's prestigious Olivier Kahn International Award, held since 2006, recipients of the prize came from LaMM.

But today's ceremony is also unique in another sense. The Doctor Honoris Causa distinction was instituted at our university in 1931 and, since then, of the 147 distinctions conferred just seven have gone to women. Of course, for many years this practice simply reflected society's shortcomings at a broader scale and it would seem that in recent years the tide has turned. But today's event is still singular in this sense because for the first time in almost a century, our university has conferred its highest distinction in the field of experimental sciences upon a woman scientist — a cause for celebration if this also indicates that things will keep changing.

Finally, while our Doctor Honoris Causa celebrates the personal merits of its recipients, we must remember that every brilliant career is nourished at different moments by supportive environments, teachers and mentors. In our profession, one generation passes on the baton of knowledge to the next, whether the new runners are our undergraduate or postgraduate students, our doctorands or our postdocs; but as well as transferring knowledge, our job is to offer students an environment in which they find inspiration, to recognize and enhance the talent of young researchers with potential and, if we are really fortunate, to feel the satisfaction that comes from finally passing on that baton.

Almost forty years ago, in the first laboratories of Via Maragliano, a handful of extraordinary scientists established the core of what is today the University of Florence's Laboratory of Molecular Magnetism, and I know that Roberta believes that this is what nourished her, this laboratory created under the direction of Professor Dante Gatteschi, whose name Roberta would want me to remember now as I conclude: Dante Gatteschi, eminent scientist, teacher and friend of Barcelona whose enthusiasm regarding a certain brilliant young researcher I especially remember.

Roberta, è stato un onore per me fare questa presentazione e darti il benvenuto tra i nostri accademici, come un ulteriore passo nella lunga relazione tra i nostri laboratori, a volte scientifici, sempre d'amicizia.

And now, as the occasion demands and having considered and defended the merits of our nominee, I request that Professor Roberta Sessoli be invested with the University of Barcelona's Degree of Doctor Honoris Causa. Thank you, all.

Discurs de la professora
Roberta Sessoli

Rector Magnífic,
senyor degà de la Facultat de Química,
col·legues, estudiants, amigues i amics,

És tot un honor ser avui aquí, en aquest entorn històric, per rebre el títol de doctora honoris causa de la vostra prestigiosa universitat. M'agradaria començar donant les gràcies al rector i al comitè de selecció per considerar-me digna d'aquest gran reconeixement. El doctorat honoris causa és important perquè reconeix l'èxit científic i celebra les vides dedicades al coneixement i a la promoció de la ciència en la societat, sobretot entre el jovent.

També estic especialment emocionada perquè vaig compartir la primera etapa de la meua carrera, que també va ser la més creativa, amb col·legues que ara mateix són presents en aquesta sala. Durant anys, la Universitat de Barcelona i la Universitat de Florència han donat suport a la tasca dels pioners en magnetisme molecular, i la seva estreta col·laboració ha sembrat la llavor d'un nou àmbit de recerca que ha anat més enllà dels límits de les nostres disciplines tal com les coneixem.

Si em demanessin que em presentés a aquesta distingida comunitat resumint la meua recerca en una paraula, aquesta paraula seria *spin*. L'*spin* és una propietat fonamental del nostre univers i, alhora, un dels fenòmens naturals més difícils d'entendre o descriure. Caracteritza el comportament de la matèria a totes les escales, des de les partícules subatòmiques fins a les roques. És l'origen del magnetisme, una propietat que sempre ha fascinat la ment humana i que en la mitologia grega s'associava amb el pastor Magnes, el qual va descobrir que el bastó i les sandàlies que duia (que contenien parts metàl·liques) quedaven adherits a les roques magnètiques del mont Ida. L'*spin* també és un element clau de la brúixola, inventada a la Xina fa més de dos mil anys i que originàriament es feia servir per orientar les tombes al llarg de línies de flux favorables.

L'ampli domini del magnetisme s'inclou dins de l'àmbit de la física i, per tant, pot semblar inusual que una química com jo pugui fer alguna

aportació significativa a aquest camp. Ara bé, com a química, *he tingut* el privilegi de contribuir al descobriment que una sola molècula, si es dissenya correctament, pot presentar l'efecte memòria que fa que els imants siguin essencials en totes les tecnologies. Aquesta troballa ha revolucionat el camp del magnetisme i ha refutat la noció que la histèresi, que és el que bàsicament determina l'efecte memòria, és un fenomen col·lectiu i una fita en la història de l'spin. Més enllà d'introduir una nova classe de memòries magnètiques, ha permès als científics detectar efectes quàntics en una propietat clàssica com la histèresi magnètica, de manera que fa de pont entre el món quàntic i el macroscòpic. Curiosament, la nostra recerca s'ha dut a terme en paral·lel amb la Universitat de Barcelona, concretament amb el professor Javier Tejada Palacios i el seu grup, amb qui hem compartit experiments apassionants i debats estimulants sobre resultats nous i inesperats.

Com que els bits clàssics només es poden emmagatzemar en pocs àtoms, l'aplicació més immediata que es podria idear per a la nostra troballa és l'ús de molècules com a elements de memòria ultraminiaturitzats. No obstant això, les molècules encara no s'utilitzen per a aquestes aplicacions. En primer lloc, perquè encara s'han de fer funcionar a temperatures criogèniques; en segon lloc, perquè la tecnologia de memòria magnètica, que continua sent molt important per emmagatzemar la gran quantitat de dades que generem, ja és tan madura que deixa molt poc espai per a la química molecular. Ara bé, les nostres prediccions sobre la velocitat de desenvolupament de les tecnologies de la informació també han estat refutades de manera constant. A la dècada dels anys setanta del segle passat, John McCarthy, considerat per molts el pare de la intel·ligència artificial, va predir que necessitaríem dos-cents anys més per aconseguir una intel·ligència artificial eficient. Tanmateix, som als anys vint del segle XXI i ja estem experimentant el poder sovint desconcertant d'aquestes noves tecnologies. Fa només un parell de setmanes vaig publicar per primera vegada un treball en el qual vaig contribuir experimentalment a un estudi sobre la intel·ligència artificial i l'aprenentatge profund. L'estudi va identificar nous superconductors a partir d'un conjunt de materials no relacionats amb la superconductivitat. En un moment donat, quan vam provar la base de dades mineralògica i vam verificar determinades prediccions, he d'admetre que tenia sentiments contradictoris sobre l'ús dels resultats produïts per un ordinador amb un procés que no podia comprendre del tot.

En la cursa per desenvolupar tecnologies de la informació, en què no hi ha cap resultat segur, els canvis disruptius que l'anomenada segona revolució quàntica pot aportar a les nostres vides també són rellevants. Les agències de finançament públic i les grans empreses estan fent inversions importants en computació quàntica, criptografia quàntica i detecció quàntica. És possible que els ordinadors quàntics no superin mai els ordinadors clàssics. Ara bé, tots dos tipus de màquina són complementaris, ja que els ordinadors quàntics poden resoldre problemes que els ordinadors clàssics són incapaços de solucionar.

Actualment, les plataformes més investigades per a la computació quàntica són els circuits superconductors, que funcionen a temperatures properes al zero absolut. Així, avui dia els científics estan explorant diferents realitzacions físiques per a la unitat d'informació quàntica, el bit quàntic. En aquest sentit, l'spin és un candidat ideal com a sistema de dos nivells amb naturalesa quàntica intrínseca i una vida útil molt llarga per la superposició quàntica dels seus estats $|0\rangle$ i $|1\rangle$. Això ens permet fer operacions amb polsos de radiació de microones.

L'Agenda Estratègica de Recerca i Innovació de la Comissió Europea ha reconegut que les molècules magnètiques tenen un paper decisiu en la cursa per la informació quàntica a causa de la seva versatilitat química, que les dota de característiques essencials no disponibles per a altres aplicacions dels bits quàntics. Es poden dissenyar de manera que puguin tolerar errors incorporant correccions d'errors en nivells addicionals més enllà dels dos utilitzats per al càlcul. A més, també es pot aprofitar la interacció entre diferents bits quàntics de spin molecular per crear portes lògiques.

Així mateix, les molècules ofereixen una sèrie d'avantatges respecte a les nanoestructures obtingudes amb enfocaments de dalt a baix, més tradicionals. Un dels seus punts forts, per exemple, és que les molècules són entitats estables amb propietats de bit quàntic que es mantenen inalterades quan es transfereixen d'un entorn (com ara el seu cristall o una solució) a un altre (com, per exemple, la superfície d'un superconductor).

L'interès per l'spin de les molècules ha augmentat en els darrers anys gràcies als avenços importants que s'estan fent en nanociència i nanotecnologia. Avui dia els científics poden detectar i controlar l'spin d'un sol àtom en una superfície mitjançant microscòpies d'escaneig combinades amb excitacions de microones. Gràcies a les generoses ajudes del Consell

Europeu de Recerca a la ciència fonamental, he creat un laboratori de ciència de superfícies per investigar sistemes híbrids que es formen quan les molècules estan en contacte directe amb una varietat de substrats.

Tanmateix, els spins moleculars també tenen els seus inconvenients. L'spin tot just interacciona amb el camp magnètic, i encara ho fa menys amb el camp elèctric. A més, només el camp elèctric es pot confinar al nivell d'una sola molècula. Com a resultat, l'operació d'un sol spin també requereix temperatures molt baixes, amb la qual cosa es perd un avantatge important respecte a plataformes més tradicionals, com ara els circuits superconductors.

Creiem que hem concebut una possible solució aprofitant un altre aspecte notable del món molecular: la quiralitat. Com a propietat de les estructures que no són superposables a la seva imatge especular, la quiralitat és la bastida sobre la qual ha evolucionat la vida a la Terra. Tots els components bàsics, els aminoàcids i els sucres són quirals. A més, tots tenen la mateixa quiralitat, sigui quin sigui l'organisme viu que s'estigui investigant. Aquesta homoquiralitat es pot apreciar fàcilment mirant les conquilles, que són gairebé exclusivament dretanes.

Encara que no he treballat mai en biologia, sempre m'ha atret la interacció entre quiralitat i magnetisme. Louis Pasteur va ser el primer a detectar el vincle subtil entre aquestes dues propietats fonamentals. Tots estem familiaritzats amb el dicroisme circular, la diferència en l'absorció de la llum polaritzada circularment per les dues imatges especulars o enantiòmers. És menys freqüent observar el mateix fenomen amb llum no polaritzada, cosa que és possible si un material és alhora magnètic i quiral. Mitjançant la recerca de molècules magnètiques quirals, hem ajudat a aclarir aquest efecte òptic exòtic i en gran part inexplorat. El dicroisme magnetoquiral, que és com s'anomena aquest fenomen, actualment s'està investigant com un possible origen de l'homoquiralitat de la vida a la Terra perquè, de mitjana, la llum solar que arriba al nostre planeta no està polaritzada, i el dicroisme circular natural no pot haver afavorit una quiralitat sobre l'altra.

Per què la quiralitat ha estat tan decisiva en l'evolució natural? Un factor clau és que les estructures quirals semblen promoure la transferència d'electrons, que és essencial en moltes funcions biològiques. A més, la transferència d'electrons dins de les molècules també pot ser important

per a les tecnologies quàntiques que es basen en l'spin. Hi ha evidències clares que, quan un electró viatja a través d'una molècula quirals, se n'afavoreix la transmissió amb una orientació de spin i se'n suprimeix l'orientació oposada. Curiosament, aquesta selecció de spin es produeix fins i tot a temperatura ambient i sense camp magnètic extern.

Un cop més, gràcies al suport del Consell Europeu de Recerca recentment s'ha finançat un projecte col·laboratiu per explorar el potencial de les molècules quirals en la ciència de la informació quàntica. Utilitzant la selectivitat de spin associada a la quiralitat, podríem evitar l'inconvenient de necessitar temperatures molt baixes per controlar l'spin. Aquesta limitació no s'aplica si el control s'aconsegueix desplaçant electrons en una estructura quirals. En aquest cas, el punt d'inflexió és una innovadora conversió de spin a càrrega, que podria permetre la inicialització, el control i la lectura de spins individuals en materials quirals fins i tot a temperatures moderadament altes, cosa que simplificaria substancialment l'ús de spins en aplicacions quàntiques.

Estic especialment satisfeta de coordinar aquest equip internacional ampliat sota l'ègida del Consell Europeu de Recerca. El fet de treballar braç a braç amb investigadors de diferents països ofereix una oportunitat inestimable per avançar. En aquest sentit, he tingut el privilegi de ser membre del Consell Assessor de Ciència i Tecnologia del president de la Comissió Europea. Durant aquesta breu però intensa experiència, vaig observar un canvi significatiu en l'enfocament del finançament de la recerca científica: a partir del VII Programa marc s'ha dedicat cada cop més atenció al foment de l'emprenedoria i la transferència tecnològica, sens dubte dos punts febles en el marc del sistema europeu de recerca, molt robust en altres aspectes. La Comissió encara promou activitats d'integració, com testimonien els nombrosos estudiants Erasmus que acull la vostra universitat. No obstant això, actualment els investigadors joves tenen menys oportunitats d'unir-se a programes de recerca que les que vam tenir els científics de la meua generació quan començàvem. Em preocupa que l'entorn de recerca internacional que m'ha ajudat a créixer professionalment s'esvaeixi si no rep el suport i l'impuls adequats. D'altra banda, també he de dir que rebre la distinció d'avui de la Universitat de Barcelona serà un estímul potent per reforçar els vincles amb els col·legues espanyols i catalans, als quals agraeixo de nou que m'hagin fet costat en aquesta i altres ocasions.

En definitiva, he tingut el gran privilegi de convertir la meva passió per la ciència en una professió, d'haver estat guiada per professors excepcionals, com Dante Gatteschi, i d'haver treballat amb científics de talent que han acabat esdevenint amics meus. Aquesta, crec, ha estat la base dels meus èxits. La interacció contínua amb els meus joves col·laboradors i estudiants també ha estat extraordinàriament important. El seu entusiasme, la seva creativitat i la seva dedicació a la feina m'han impulsat constantment a estudiar i explorar noves àrees de recerca. Vull donar-los les gràcies a tots, i també a la meva família, per haver-me donat suport i haver fet possible que avui sigui aquí per rebre el títol de doctora honoris causa de la vostra universitat.

Speech by Professor
Roberta Sessoli

Honorable Rector,
Distinguished Dean of the Faculty of Chemistry,
Dear colleagues, students, and friends,

I am deeply honored to be here today, in such a historic setting, to receive the title of Doctor Honoris Causa from your prestigious university. I thank the Rector and the Selection Committee for considering me worthy of this high recognition. The Doctor Honoris Causa is an award of great importance insofar as it recognizes scientific achievement and celebrates lives dedicated to knowledge and the promotion of science in society, particularly among the young.

It is also especially moving for me to be here because I shared the first, most creative phase of my career with colleagues who are present in this room today. The universities of Barcelona and Florence have a history of supporting the work of pioneers in molecular magnetism, and their close collaboration has sown the seed for a new research field that has expanded beyond the borders of our disciplines as we know them.

If I was asked to introduce myself to this distinguished community by summarizing my research in one word, that word would be “spin”. Spin is a fundamental property of our universe and at the same time one of the most challenging natural phenomena to understand or describe. It characterizes the behaviour of matter at every scale, from subatomic particles to boulders. It is the origin of magnetism, a property that has always fascinated the human mind and that in Greek mythology was associated with the shepherd Magnes, whose staff and hobnail sandals turned towards the magnetic rocks on Mount Ida. Spin is also central to the compass, invented in China over two thousand years ago and originally used to align burials along favorable flux lines.

The vast domain of magnetism falls under the purview of physics and so it may seem unusual that a chemist like me could contribute significantly in this field. But as a chemist, I *have* had the privilege to contribute

to the discovery that a single molecule, if properly designed, can exhibit the memory effect that makes magnets so crucial in all technologies. This finding has revolutionized the field of magnetism, disproving the notion that hysteresis, which is what essentially determines the memory effect, is a collective phenomenon. The discovery is a milestone in the history of spin. Beyond introducing a novel class of magnetic memories, it has allowed scientists to detect quantum effects in a classical property such as magnetic hysteresis, thus bridging the gap between our quantum and macroscopic worlds. Interestingly, our research has been conducted in parallel with the University of Barcelona, specifically with Professor Javier Tejada Palacios and his group, with whom we have shared exciting experiments and stimulating discussions on new and unexpected results.

Because classical bits can be stored in only a few atoms, the most immediate application that might be devised for our finding is the use of molecules as ultra-miniaturized memory elements. However, molecules are not yet used for such applications; first, because they still need to be operated at cryogenic temperatures and, second, because magnetic memory technology, which is still very important for storing the plethora of data we generate, is already so mature that very little space is left for molecular chemistry. However, our predictions about the speed with which information technologies develop have also been consistently disproved. Back in the 1970s, John McCarthy, considered by many as the father of artificial intelligence, predicted that we would need another 200 years to achieve efficient AI; and yet here we are in the 2020s already feeling the often disconcerting power of these new technologies. Only a couple of weeks ago, for the first time I published a work where I experimentally contributed to an AI and deep learning study. The study identified new superconductors from an ensemble of materials unrelated to superconductivity. At one point, when we tested the mineralogical database and verified certain predictions, I must admit that I had mixed feelings about using results produced by a computer with a process that I could not entirely comprehend.

In the race to develop information technologies, where no outcome is certain, the disruptive changes that the so-called “second quantum revolution” can bring to our lives are no less relevant. Public funding agencies and big companies are making a substantial investment in quantum computing, quantum encryption, and quantum sensing. Quantum com-

puters may not ever outflank the classical ones; but because quantum computers can solve problems that classical computers cannot, the two kinds are complementary.

At present, the most intensively investigated platforms for quantum computing are superconducting circuits operating at temperatures close to absolute zero. Thus, scientists are currently exploring different physical realizations for the unit of quantum computation, the qubit. In this respect, spin is an ideal candidate as a two-level system with intrinsic quantum nature and a very long lifetime of the quantum superposition of its $|0\rangle$ and $|1\rangle$ state. This allows us to perform operations with pulses of microwave radiation.

The European Commission's Strategic Research and Innovation Agenda has recognized that magnetic molecules play a definitive role in the race for quantum information because of their chemical versatility, which endows them with essential features unavailable for other qubit implementations. They can be designed to be fault-tolerant by embedding error corrections in additional levels beyond the two used for the computation. In addition, the interaction between different molecular spin qubits can be engineered to realize logic gates.

Molecules also offer a number of advantages over nanostructures obtained with more traditional top-down approaches. One of their strengths, for example, is that molecules are stable entities whose qubit properties remain unaltered when they are transferred from one environment, such as their crystal or a solution, to another, such as the surface of a superconductor.

The interest in the spin of molecules has increased in recent years because of the important advances being made in nanoscience and nanotechnology. Nowadays, scientists can detect and control the spin of a single atom on a surface using scanning microscopies paired with microwave excitations. Thanks to the European Research Council's generous support of fundamental science, I have established a surface science laboratory to investigate hybrid systems formed when molecules are in direct contact with a variety of substrates.

However, molecular spins also have their drawbacks. The spin weakly interacts with the magnetic field and even less with the electric field. And only the electric field can be confined at the level of a single molecule. As

a result, the single spin operation also requires very low temperatures, losing a significant advantage over more traditional platforms, such as superconducting circuits.

We believe we have envisioned a possible solution by exploiting another remarkable aspect of the molecular world: chirality. As the property of structures that are not superimposable on their mirror image, chirality is the scaffold on which life on Earth has evolved. All building blocks, amino acids and sugars are chiral. Moreover, they all have the same chirality, independently of the living organism being investigated. We can easily experience this homochirality by looking at seashells, which are almost exclusively right-handed.

Although I have never worked in biology, I have always been attracted by the interplay between chirality and magnetism. Louis Pasteur was indeed the first to detect the subtle link between these two fundamental properties. We are all familiar with circular dichroism, the difference in absorption of circularly polarized light by the two mirror images or enantiomers. It is less common to observe the same phenomenon with unpolarized light, which is possible if a material is simultaneously magnetic and chiral. By investigating chiral magnetic molecules, we have helped to clarify this exotic and largely unexplored optical effect. Magneto-chiral dichroism, as it is called, is currently being investigated as a possible origin of the homochirality of life on Earth because, on average, the sunlight investing our planet is unpolarized and natural circular dichroism cannot have favored one chirality over the other.

Why has chirality been so crucial in natural evolution? One key factor is that chiral structures seem to promote the transfer of electrons, which is key in many biological functions. Electron transfer inside molecules can also be important for spin-based quantum technologies. There is clear evidence that when an electron travels through a chiral molecule, its transmission is favored for one spin orientation and suppressed for the opposite one. Interestingly, this spin selection occurs even at room temperature and without an external magnetic field.

Once again with the European Research Council's support, a collaborative project has recently been funded to explore the potential of chiral molecules in quantum information science. Using the spin selectivity associated with chirality, we could circumvent the drawback of the need

for very low temperatures to control the spin. This limitation does not apply if the control is achieved by displacing electrons in a chiral structure. The game-changer here is an innovative spin-to-charge conversion that could allow initialization, control, and readout of individual spins in chiral materials even at moderately high temperatures, substantially simplifying the use of spins in quantum applications.

I am particularly pleased to be coordinating this extended international team under the aegis of the ERC. Working side-by-side with researchers in different countries offers an invaluable opportunity to make progress. In this respect, I have had the privilege to serve as a member of the Science and Technology Advisory Council of the President of the European Commission. During this brief but intense experience, I noticed a significant shift in the focus of financial support to scientific research. Starting from the VII Framework Programme, increasing attention has been devoted to stimulating entrepreneurship and technological transfer, undoubtedly two weak points in the European research system's otherwise very robust frame. The Commission still promotes integration activities, as testified by the many Erasmus students that your university hosts. However, for early-stage researchers, there are fewer opportunities to join programmes than there were when our generation of scientists was up and coming. I am concerned that the international research environment that helped me develop professionally will deteriorate if it is not properly supported and stimulated. On the other hand, I must also say that receiving today's distinction from the University of Barcelona will be a potent stimulus to reinforce links with Spanish and Catalan colleagues, whom I thank again for their support on this and other occasions.

In conclusion, I have had the great privilege to transform my passion for science into a profession, to have been guided by exceptional teachers like Professor Dante Gatteschi, and to have interacted with talented scientists who also became great friends. This, I believe, has been the foundation of my achievements. The continuous interaction with my young collaborators and students has also been extraordinarily important. Their enthusiasm, creativity and dedication to the work at hand have constantly prompted me to study and explore new areas of research. I want to thank them all, together with my family, for having supported me and made it possible to be here today to receive the Doctor Honoris Causa from your university.



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Edicions