

Universitat Rovira i Virgili

Investidura com a doctor honoris causa
del senyor Petrus Wilhelmus Nicolaas Maria
van Leeuwen

Sessió acadèmica extraordinària,
14 d'octubre de 2009





Investidura com a doctor honoris causa
del senyor Petrus Wilhelmus Nicolaas Maria
van Leeuwen

Sessió acadèmica extraordinària,
14 d'octubre de 2009



Universitat Rovira i Virgili
Tarragona

Discurs d'investidura: © 2009 by Petrus Wilhelmus Nicolaas Maria van Leeuwen

Fotografia: Ramon Torrents

Impress per Indústries Gràfiques Gabriel Gibert, SA

Dipòsit Legal: T-1.944-2009

Índex

Elogi del candidat	7
pronunciat per la DRA. CARMEN CLAVER CABRERO	
Discurs d'investidura	15
pronunciat pel DR. PETRUS W. N. M. VAN LEEUWEN	
Award acceptance	27
speech by DR. PETRUS W. N. M. VAN LEEUWEN	
Paraules de benvinguda	37
pronunciades pel DR. FRANCESC XAVIER GRAU VIDAL	
Rector Magfc. de la Universitat	

📢 Elogi del candidat
pronunciat per la Dra. Carmen Claver Cabrero



Rector Magnífico, Sr. Presidente del Consejo Social de la URV, Sr. Secretario General de la URV, dignísimas autoridades civiles y académicas, profesores, colegas, estudiantes, amigos todos.

No es difícil para mí pronunciar esta *laudatio* del profesor van Leeuwen, propuesto como doctor honoris causa por nuestra Universidad, pues se trata de uno de los científicos más destacados a nivel internacional en el área de la catálisis, y sus contribuciones y descubrimientos son hoy en día una referencia obligada en esta área de la química. Y no es difícil para mí, además, porque he tenido el privilegio de disfrutar durante años de su colaboración y su amistad, y creo que lo conozco bastante bien como científico y también como persona.

Me voy a permitir comenzar mi discurso explicándoles una anécdota personal que se remonta al mes de agosto de 1990, cuando se celebró en Lyon el Congreso Internacional de Catálisis Homogénea, que más tarde tuvimos el honor de organizar en Tarragona en 2002. En 1990, nuestro grupo de investigación, pequeño por entonces, acudía a aquella cita con una contribución en forma de póster, en concreto un trabajo sobre catálisis homogénea realizado en colaboración con algunos colegas de la UAB. Nos había costado un gran esfuerzo conseguir los resultados que allí presentábamos. Tras numerosos intentos infructuosos, una detallada y meticulosa revisión bibliográfica nos puso en la pista de un trabajo titulado *Hydroformylation of hindered olefins* del profesor van Leeuwen, que resultó clave para solucionar el problema. Sólo había dos referencias en nuestro póster, ambas del profesor van Leeuwen.

De repente se acercó hasta nosotros un congresista, vestido con *jeans* y cámara de fotos en ristre, y le pregunté amablemente: “Do you want some explanation of our work?”. A lo que me contestó señalando sus referencias “I am Piet van Leeuwen”. Él cuenta que salí corriendo a buscar a los demás colegas diciendo “Venid, venid. ¡Está aquí el profesor van Leeuwen!”. Por sus trabajos, tantos y tan buenos, nos lo imaginábamos como un profesor mayor, serio y con un aspecto bien diferente. Explico esto porque, desde ese

día, empezamos a discutir de química y se ofreció a colaborar con nosotros, que a su lado éramos unos principiantes. Desde entonces hemos mantenido una estrecha colaboración que se prolonga hasta la actualidad.

En 1994, una de nuestras doctorandas, Aida Castellanos, se convirtió en la primera en realizar una estancia en Ámsterdam. Desde entonces, han sido muchos los estudiantes que han realizado estancias en los laboratorios de su Universidad, no sólo de nuestro grupo, sino también de otros grupos de química teórica y de otras universidades catalanas, como las de Girona, Barcelona y Autónoma de Barcelona. En aquel tiempo los grupos catalanes formábamos una *Xarxa* temática financiada por la DGR (Dirección General de Investigación), en lo que fue el inicio de fructíferas colaboraciones y encuentros de los que el profesor van Leeuwen fue uno de los protagonistas. Supo implicarse bien en la red, de modo que se convirtió en maestro y amigo. Recuerdo, por ejemplo, que en el encuentro del Casal de L'Espluga de Francolí en 1996, fue uno de participantes más activos de un inolvidable *meeting*.

Científicamente hablando, hay dos rasgos del profesor van Leeuwen que creo que debo poner de manifiesto. El primero de ellos es su capacidad para ver la aplicación de los procesos que estudia, los problemas y los condicionantes, y las posibles soluciones, pero, sobre todo, para ver si merece la pena llevar a cabo o no una determinada investigación. Esto es consecuencia (además de su profundo conocimiento de la química) de que buena parte de su carrera la realizó en el ámbito empresarial. No en vano, desde 1979 y hasta 1994, fue director de investigación científica de Shell, en concreto de su sección *Fundamental Aspects of Homogeneous Catalysis and Organometallic Chemistry*. Con esta empresa trabajó en Estados Unidos y en Holanda, en la vanguardia de la catálisis, que por aquellos años experimentó un importante desarrollo. Así, por ejemplo, en el departamento de investigación de Shell, trabajó junto con el grupo de Keim, otro prestigioso investigador, en funcionalización de catalizadores para oligomerización selectiva, y carbonización de metanol, poniendo a punto procesos que evitaban el gran número de pasos de reacción que se utilizaban para algunas reacciones. De esta época datan también importantes descubrimientos en procesos de catálisis homogénea tales como la oligomerización de etileno, la química de butadieno con catalizadores de Pd, la hidroformilación con catalizadores de Rh y de Co o los catalizadores de Pd para producción de policetonas.

Creo que esta experiencia industrial le ha proporcionado una perspectiva de la ciencia diferente a la de los investigadores exclusivamente académicos. Para poner de manifiesto el carácter aplicado de su investigación, basta constatar que algunos de los descubrimientos de esa época todavía se utilizan hoy en día en la industria.

El segundo rasgo característico del profesor van Leeuwen es su generosidad. Le gusta explicar lo que sabe, comunicar su ciencia y su visión de la química. Ha pasado horas en los laboratorios interpretando espectros con los estudiantes, ha ayudado a resolver problemas de todo tipo. Quizás sea esta vocación de enseñar lo que le impulsó a compaginar desde 1989 su trabajo en la empresa con el de profesor a tiempo parcial de la Universidad de Ámsterdam, donde ha ocupado la primera cátedra de Catálisis Homogénea de Holanda. Finalmente, la vida académica, la investigación fundamental y la labor docente le decidieron a dejar la industria y, desde 1994 hasta 2004, fue profesor a tiempo completo.

A propósito de su interés por la comunicación científica y la docencia, me gustaría destacar su participación en nuestro programa de doctorado de Química durante los años 1998-2001, al que sin duda contribuyó para que le fuese concedida la mención “de calidad”. Sus enseñanzas en este programa de doctorado fueron bien aprovechadas por todos, estudiantes y profesores. Fueron también —y esto no dejaba de ser una novedad por entonces— las primeras clases de nuestro doctorado en inglés.

Esto le obligaba a pasar dos semanas en Tarragona, impartiendo bastantes horas de clases cada día. Durante este período perfiló algunos capítulos de su libro *Homogeneous Catalysis, understanding the art*, editado en 2004 en Holanda, que es hoy una obra de referencia en el mundo de la catálisis y que ahora se puede encontrar en muchos despachos y laboratorios de investigación, tanto académicos como industriales.

Aprovechando su estancia en Tarragona con ocasión de uno de esos cursos, en 1998, quiso asistir a la investidura como doctor honoris causa de Noam Chomsky, en este mismo Paraninfo. Y quiso asistir para escuchar su conferencia, porque la teoría lingüística y la filosofía de la comunicación son otra de sus especialidades. En efecto, no sólo lee libros de química, sino también de filosofía. No se imaginaba por entonces, cuando asistió a ese acto de investidura, que un día sería propuesto como doctor honoris causa de esta Universidad. De hecho, es el primer doctor honoris causa en química de la Universidad Rovira i Virgili.

Sus descubrimientos científicos han convertido al profesor van Leeuwen en uno de los investigadores de mayor prestigio internacional en química, con más de 320 publicaciones, 30 patentes y más de 12.000 citas. Entre sus contribuciones más citadas hay que destacar la utilización de dendrímeros para la recuperación de catalizadores, con un primer artículo aparecido en la revista *Nature* en 1994, citado 551 veces. Así mismo hay que destacar su artículo "Wide bite angle ligands for rhodium catalyzed hydroformylation", publicado en 1995 en *Organometallics*, que establece un nuevo concepto relativo a catalizadores de hidroformilación, con 370 citas. Una de sus publicaciones más recientes, "Hydrogenase photocatalyst for hydrogen evolution", aparecida en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, de 2009, muestra nuevos horizontes en su investigación científica.

Podríamos seguir mencionando otras contribuciones relevantes, pero quiero referirme también brevemente al segundo aspecto que antes he destacado: el académico. Piet van Leeuwen ha sido codirector de 40 tesis doctorales desde 1992; además, aproximadamente la mitad de sus 80 estudiantes de doctorado y posdoctorales están trabajando en la industria, principalmente en los departamentos de investigación de empresas multinacionales, algunos de ellos ocupando cargos directivos importantes. Por otra parte, es miembro de las más importantes organizaciones en química. En particular, ha sido director, desde 2001 hasta 2005, de la National Research School Combination of the Netherlands, organización dedicada a la promoción de la ciencia básica, y director de proyectos de investigación de NIOK, organización holandesa donde convergen universidad, industria y administración para financiar proyectos de investigación conjuntos.

Piet van Leeuwen ha sido y es asesor de catálisis homogénea en numerosas compañías de Europa, Estados Unidos, Japón y Sudáfrica, en procesos de hidroformilación, carbonilación, metátesis, oligomerización y polimerización. Ha sido profesor invitado en numerosas universidades y ha impartido cursos en diversas industrias. Esa larga trayectoria, por otra parte, le ha valido la concesión de importantes premios, entre los que cabe destacar el premio *Holleman* de la Academia de las Ciencias de Holanda.

Sus últimos descubrimientos científicos, en particular en la modelización de ligandos, son aportaciones conceptuales que han contribuido a que numerosos procesos químicos se puedan llevar a cabo con mayor eficiencia y selectividad, es decir, sin productos secundarios o reactivos perniciosos.

Esto, unido a sus estudios de recuperación de catalizador, permite calificarlo como un pionero de la “química sostenible”.

Su interés por saber cómo ocurren las reacciones químicas, por profundizar en ellas, le ha llevado a realizar numerosas aportaciones en el campo de la mecanística, en el que es un experto (y en el que nos ha enseñado muchísimo a nosotros), y también a conectar con la química teórica. De hecho, siempre ha colaborado con los químicos teóricos, en particular con algunos de aquí, de Tarragona.

Pero hay más. El profesor van Leeuwen descubrió el delta del Ebro, y nosotros descubrimos que sabía de pájaros tanto o más que de química, de modo que, de su mano, disfrutamos y aprendimos en numerosas excursiones al Delta. Sabemos, por ejemplo, cuántos ibis negros hay en un determinado punto del río, dónde están los martinets y el zampullín chico. Sabemos que existen las porfirias azules y unas preciosas variedades de aves de los que antes no éramos conscientes. Descubrimos también que amaba nuestra tierra y a nuestras gentes. Prueba de ello es que, en 2004, se instaló en Altafulla y comenzó una nueva aventura como *group leader* del ya prestigioso Instituto Catalán de Investigación Química (ICIQ). De esta etapa hay que destacar un nuevo y original proyecto europeo, por el que en 2005 le fue concedida la prestigiosa *Marie Curie Chair of Excellence*.

Este proyecto de *e-learning* (aprendizaje en línea), sin precedentes en otros continentes, proporciona los medios para difundir y actualizar temas de catálisis homogénea y catálisis en general gracias a la aplicación de las tecnologías, lo que lo convierte en un método de aprendizaje con un gran potencial para formar nuevas generaciones de expertos en catálisis.

Desde el ICIQ, con un nuevo e internacional grupo de colaboradores, sigue investigando en catálisis, enseñando y disfrutando con lo que para él (y para muchos de nosotros) es un bien preciado, la investigación científica, puesta al servicio del desarrollo del conocimiento y de una sociedad sostenible. Y desde el ICIQ sigue colaborando también con nuestra Facultad; de hecho, en la actualidad es profesor del máster oficial que se imparte en colaboración con dicho instituto y preside, durante estos años de elaboración de nuevas titulaciones, el Consejo Asesor de la Facultad de Química.

Espero que mis palabras hayan llegado a todos ustedes de modo que puedan comprender las cualidades científicas y académicas del profesor van Leeuwen. En cualquier caso, no quiero dejar de poner de manifiesto mi

agradecimiento y admiración —también de muchos otros colegas— por su trabajo científico y académico.

Finalmente, me gustaría agradecer a la URV que haya considerado la propuesta de la Facultad de Química para esta candidatura a doctor honoris causa.

Rector Magnífic, en la mesura que m'ha estat possible, he exposat la vida i obra del senyor Petrus Wilhelmus Nicolaas Maria van Leeuwen. Crec, doncs, haver dit prou perquè, amb la vostra autoritat, li sigui atorgat el reconeixement dels seus mèrits. Per tant, Rector Magnífic, us demano que us digneu nomenar doctor honoris causa el senyor Petrus Wilhelmus Nicolaas Maria van Leeuwen i incorporar-lo a la nostra Universitat.



Discurs d'investidura
pronunciat pel Dr. Petrus W. N. M.
van Leeuwen

Rector Magnífic de la Universitat Rovira i Virgili, benvolguda professora Carmen Claver, digníssimes autoritats, benvolguts companys, professors, família, amics,

En primer lloc, vull fer constar el meu agraïment als nombrosos catalitzadors de la Facultat de Química —el degà, la directora del Departament, Dra. Anna Masdéu; els professors i doctors— i als altres departaments per haver iniciat aquest procés que acaba avui amb la investidura. També vull donar les gràcies al Consell de Govern de la Universitat Rovira i Virgili, que m'ha atorgat aquest gran honor.

Els últims quinze anys he col·laborat amb molts estudiants i doctors dels departaments de Química d'aquí, sovint amb èxit i sempre amb gran plaer. Aquestes activitats van començar amb una col·laboració amb la professora Carmen Claver, la meva padrina d'aquest acte a la qual dec molt.

Abans de passar a l'anglès per presentar la part científica, voldria dir algunes paraules en holandès per als tres més joves aquí presents. Ik zal nu een paar woorden in het Nederlands zeggen: Lieve Tessa, Lieke en Hugo, ik vind het ontzettend leuk dat jullie vandaag hier ook aanwezig zijn. Heel erg bedankt voor jullie komst; ik zal nu in het Engels verder gaan.

M'agradaria donar-vos les gràcies per ser aquí avui, als qui sou de per aquí, però sobretot als qui heu vingut expressament dels Països Baixos. Dono la benvinguda al professor Kees Vrieze, que va ser el meu primer instructor de pràctiques fa 50 anys i el meu company d'habitació durant el primer any que treballava amb Shell. I molts anys després, em va convèncer per incorporar-me a la Universitat d'Amsterdam. Quan es va jubilar, el vaig substituir com a cap de departament. Gràcies, Kees, pel teu suport durant tots aquests anys. Moltes gràcies també als meus col·laboradors del present i del passat, molts dels quals es troben entre el públic. Voldria fer esment especial a la Dra. Zoraida Freixa, per les nombroses contribucions durant els últims nou anys.

M'agradaria dir unes paraules sobre la catàlisi i el seu paper en el món per al futur. Ens hem de preguntar quins dels problemes del món tenen a

veure amb les ciències físiques. Sentim a parlar d'aquests problemes cada dia, però no sentim a parlar ni de la química ni de la catàlisi (si no és que escoltem un químic). Els problemes són l'energia, els gasos de l'efecte hivernacle, els materials sostenibles, els nous medicaments i l'aigua.

Energia i gasos de l'efecte hivernacle

Als països del nord d'Europa, segons tot el que llegim, el total de les emissions de gasos de l'efecte hivernacle es manté constant: l'augment en el CO_2 és compensat per la reducció dels altres gasos emesos. En els tres àmbits de l'energia —la calefacció domèstica, el transport i la indústria— encara es poden fer estalvis enormes malgrat tots els èxits de les últimes dècades. Segons alguns informes, encara es pot estalviar el 50% de les emissions de CO_2 , i la catàlisi hi pot tenir un paper amb la síntesi de materials. En la indústria hi ha molta feina per fer en la intensificació de processos i els nous catalitzadors en formen part, si bé totes aquestes mesures no es poden instal·lar immediatament i també impliquen un temps de recuperació de la inversió.

Pel que fa al transport, les emissions de gasos de l'efecte hivernacle, com els hidrocarburs i òxids de nitrogen, s'han reduït 20 vegades en les últimes dècades, la qual cosa es deu totalment a la catàlisi heterogènia i l'enginyeria. Imagineu-vos com hauria quedat l'atmosfera sense els convertidors catalítics ben controlats en els vehicles de gasolina; ja vindran altres motors. Gràcies als límits de velocitat, la reducció del pes dels cotxes i tota una sèrie d'altres canvis, la producció de CO_2 dels automòbils va augmentant molt menys del que s'hauria incrementat sense aquestes mesures. No obstant això, les emissions de CO_2 segueixen sent altes, entre altres coses perquè l'eficàcia d'un motor de combustió interna és només del 25% (en condicions ideals l'eficàcia d'un motor dièsel pot arribar al 40%). Recordeu que una gran part de la pèrdua ve imposada per qüestions termodinàmiques i no es pot evitar. En comparació, les centrals elèctriques de carbó poden operar a una eficiència del 60%. Abans del 2012 la UE exigirà que l'eficiència dels cotxes augmenti a 5 litres per 100 km. La innovació incremental ens ha portat millores importants, sobretot perquè es poden implementar sense trobar-hi gaire resistència. Més endavant veurem que 40 anys de millores incrementals provoquen canvis dràstics. Però no seran suficients perquè, com tots sabem, les reserves de petroli són limitades i les emissions de CO_2 encara s'han de reduir molt més. Si tornéssim a utilitzar

el carbó com a font per als combustibles líquids, la producció de CO₂, fins i tot augmentaria. És millor passar del gas natural a líquids (GTL). No he esmentat encara l'enorme creixement en el consum d'energia que s'espera de les noves economies que es desenvolupen ràpidament. És necessària més innovació radical.

Bioenergia

No considero que l'augment recent de la bioenergia sigui una innovació radical; adaptant i millorant la tecnologia actual podem utilitzar productes biològics per a l'energia. Pel que fa a la producció, però, pot provocar canvis radicals en el món. La catàlisi té i seguirà tenint un paper important en la modificació de productes naturals perquè es puguin utilitzar com a combustible per al transport. És probable que els catalitzadors utilitzats en els processos d'aquesta escala, amb aquesta barreja de substrats i poc valor afegit, siguin catalitzadors heterogenis més robustos. Però mai no diguis mai.

Rendiments estimats (en litres per hectàrea) d'olis vegetals¹

☐ Soja	500
☐ Llavors de colza	1,500
☐ Oli de palma	5,000
☐ Pinyó de l'Índia	4,000-20,000
☐ Algues	1,500-150,000!

L'objectiu de la UE per als biocarburants és que a finals del 2010 gairebé el 6% del combustible de transport ha de procedir de fonts biològiques. L'objectiu d'Holanda és el 10% de biodièsel per al combustible de transport el 2020. L'objectiu de la UE per al 2020 és del 20% d'energies renovables per a tots els tipus d'energia. El 2009, la Universitat d'Agricultura d'Holanda va presentar un informe al Parlament² en el qual explica que, si totes les terres agrícoles dels Països Baixos es fessin servir per al millor cultiu per donar biodièsel, es podria produir el 12% del combustible de transport necessari per al país. Un exemple espanyol us podria ser interessant: si tota la terra utilitzada per a la viticultura actualment (4 milions de tones de vi per any o

¹ Les xifres publicades varien de forma considerable.

² P. Bindraban, E. Bulte, S. Conijn, B. Eickhout, M. Hoogwijk, M. Londo, *Climate Change, Scientific Assessment and Policy Analysis; Can biofuels be sustainable by 2020?* WAB 500102 024, Wageningen, 2009.

0,6 l/m²) es destinés a la producció de biodièsel, es podria produir al voltant de 12-15% del combustible necessari per al transport. No crec que això sigui una proposta atractiva per a cap dels dos països! Necessitaríem tota la terra dedicada a la agricultura arreu del món amb una producció semblant a la de colza per produir prou combustible per al transport. Avui els biocarburants, que inclouen el bioetanol, representen l'1,5% del combustible del transport del món. Durant els últims cinc anys les actituds sobre la producció de biodièsel s'han tornat més realistes: amb una participació del 10% serà una font important, però el biodièsel produït a partir de la colza o oli de palma mai no podrà substituir el petroli. La preocupació mediambiental i els dubtes sobre la sostenibilitat van creixent. Un informe del Regne Unit (2009)³ afirma que només la reutilització d'oli de cuina com a biodièsel pot tenir una sostenibilitat immediata, mentre que la substitució de terres de cultiu per colza trigarà 25 anys a recuperar el balanç de CO₂. L'ús de les zones més àrides i de plantes que no són comestibles (pinyó de l'Índia) podria incrementar la provisió i alleujar la pressió sobre els preus dels aliments.⁴

Les algues per a biodièsel

Les algues han estat estudiades en l'última dècada com una nova font de biodièsel; creixen ràpid i el contingut d'oli pot arribar al 60%. Les xifres de rendiment per m² varien de forma considerable i s'ha afirmat, però no s'ha verificat, que la producció de biodièsel per unitat de superfície pot ser deu vegades més gran que la d'oli de palma.⁵ L'eficiència de la conversió de la llum solar amb les algues pot acostar-se a la dels dispositius d'energia solar, segons diuen, però l'eficiència global de l'energia i el CO₂ encara s'han de veure.⁶ Mitjançant un bon control de les conques o canals artificials, diverses petites unitats de producció pilot han entrat en funcionament en

³ P. Upham, P. Thornley, J. Tomei, P. Boucher, *Substitutable biodiesel feedstocks for the UK: a review of sustainability issues with reference to the UK RTFO*, J. Cleaner Production, asap, 2009.

⁴ L.O. Fresco, *Biomass, food & sustainability: Is there a dilemma?* Rabobank, 2007. Fresco, l'exvicedirector general del Departament d'Agricultura de la FAO declara que els increments recents en els preus d'oli vegetal i de blat de moro (2007) no es deuen a la demanda per a biocombustible. A més, els preus van tornar als nivells de 1995.

⁵ Y. Chisti, Biodiesel from microalgae. *Biotechnol. Adv.* 2007, 25, 294–306.

⁶ L. Reijnders, Microalgal and Terrestrial Transport Biofuels to Displace Fossil Fuels, *Energies* 2009, 2, 48.

els darrers anys. Les primeres propostes per iniciar la producció en aigües marines sembla que han estat abandonades, i, en la meua opinió de profà, aquest abandonament ha estat una decisió molt sàvia. Una fàbrica als Països Baixos combina la producció d'algues en els canals artificials amb l'ús dels purins dels porcs, encara que inicialment no tenia per objecte l'ús d'algues per a biodièsel. També als Països Baixos el cultiu de tomaques es combina amb el d'algues en els espais buits entre les plantes als magatzems, en els quals el nivell de CO₂ es pot augmentar mitjançant l'addició de gasos de combustió d'una central elèctrica o d'una planta de fermentació. Cal tenir en compte el fet que si es comencen a produir les algues a una escala realment gran, es necessita més CO₂ del que es disposa a escala local i, per tant, la combinació amb les centrals elèctriques és fonamental. La producció a gran escala també requereix que es pari atenció, de manera sostenible, a les quantitats extremadament altes de subproductes. Pel que fa a la química, la catàlisi i l'enginyeria, això no implica una innovació radical i tenim cert dret a ser optimistes.

Innovació radical

No obstant això, sí que cal innovació radical en qüestions del combustible dedicat al transport. Cal recordar l'objectiu de la UE per al 2020. Considero com a innovació radical del transport la utilització de piles de combustible, bateries i energia solar, que pot no sonar tan radical per a molts de vostès. No només es requereix molta innovació sinó que la implantació a gran escala trigarà molt més que la implantació de combustibles líquids. En tot això la catàlisi hi té un paper poc rellevant. Ara bé, se n'utilitza la base teòrica, per exemple, en la investigació de la producció d'hidrogen i oxigen a partir de l'aigua i l'energia solar, així com de la síntesi dels materials necessaris.

Materials, medicaments

La química dels combustibles és senzilla perquè tracta amb un nombre limitat de productes, però la situació canvia radicalment quan parlem de materials químics, on la diversitat és enorme i el nombre de substàncies, extremadament alt. Chemical Abstract Services, la base de dades de compostos químics, va anunciar recentment que hi ha 50 milions de compostos registrats fins al moment; fa 10 anys la xifra era de només 20 milions. L'augment del 60% va ser a causa de les activitats de les empreses farmacèu-

tiques. Es podria pensar que 50 milions és molt, però mirant el nombre de permutacions, no ho és. Prenguem, per exemple, un esquelet, un esquelet privilegiat, al qual es poden connectar 10 diferents grups petits en 8 posicions. Si ho fem, acabem amb 100 milions de compostos. Segons la bibliografia, els últims 10 anys s'han fet 2 milions de compostos nous d'aquesta manera, els quals no han estat ni catalogats ni registrats.

Els detalls i els petits canvis tenen molta importància en la química, com es mostra en el cas d'un fàrmac contra el càncer: només substituïnt un àtom d'hidrogen en l'Epotilona A per un grup metil en Epotilona B, l'activitat del fàrmac canvia en un factor de 500.⁷ En comparació, el conegut taxol és molt menys actiu. Així doncs, pot ser que sigui necessari fer totes les variacions possibles de molècules. Considerem un projecte ambiciós en el qual el nostre punt de partida és la palitoxina. Té 64 àtoms de carboni amb una disposició espacial característica i tots els àtoms tenen dues disposicions espacials. Suposem que volem analitzar totes les possibles variacions en la quantitat d'1 gram en un assaig farmacològic. El nombre d'isòmers es veu aquí, i a part de la impossibilitat de dur a terme aquestes síntesis, no hi hauria prou carboni en els nostres boscos per fer-les totes. Segurament això us recorda la història de l'inventor del tauler d'escacs, Sissé Ben Dahir, i els grans d'arròs que va demanar com a compensació al rei Shirham. Les variacions en els materials són infinites i, sempre que hi hagi el desig de canviar els materials i medicaments o crear-ne de nous, la recerca continuarà.

Quins criteris d'elecció vam seguir?

El desenvolupament de la química ha estat determinat per la primera matèria disponible. Les primeres matèries principals han estat productes naturals que es deriven de plantes i animals i els productes fòssil (carbó, petroli i gas). La meua estimació és que el 90% o més dels materials químics que existeixen avui són derivats del petroli i representen aproximadament el 7% del petroli consumit. La majoria de les conversions (> 90% però el percentatge del nombre de processos és encara més elevat) requereixen la implicació de la catàlisi. La innovació incremental en alguns dels nostres productes bàsics, com el polipropilè o el polietilè, els "plàstics" més comuns, ha donat resultats impressionants. Una millora anual del 10-15% de la producció en kg per g de catalitzador va portar un canvi de 4 kg de

⁷ <http://en.wikipedia.org/wiki/Epothilone>.

polipropilè per g de titani el 1954 a les actuals 3 tones per g de Ti, mentre que per als catalitzadors homogenis de zirconi la quantitat és superior a 10 tones per g de Zr. Aquestes últimes xifres signifiquen que ja no cal separar el catalitzador del producte, la qual cosa suposa un gran estalvi en residus i energia. La font fòssil es pot substituir per fonts de bioenergia sostenibles de diverses maneres, però gairebé sempre impliquen modificar la catàlisi actual i més passos.

És una oportunitat⁸ per buscar productes *nous* fabricats d'una manera més directa a partir de matèries primeres sostenibles i, encara que no de manera molt radical, un cicle perfectament "verd" requereix molts canvis. Això em recorda una proposta d'un delegat neerlandès (Van Dieren) al Club de Roma (1972). Va proposar que molts dels nostres productes finals haurien d'estar disponibles en règim d'arrendament i no de venda als clients, i al final de l'arrendament, el material s'hauria de retornar al fabricant, per promoure el millor reciclatge possible.⁹ Les polítiques implementades a la UE actualment per a molts productes recorden aquest principi. En conclusió, per a materials a gran escala les nostres opcions són limitades i el nombre de permutacions atòmiques que ens ha de preocupar no és tan gran.

El nombre de molècules implicades en productes de química fina per a materials i medicaments és enorme i hem de ser llestos. En certa manera, se segueixen línies històriques, es busquen semblances, se segueix l'exemple de la bioquímica, s'estudien els mecanismes biològics per trobar molècules actives, les dades sobre les propietats s'estudien de diverses maneres, etc. Però malgrat tot això, sembla que molts descobriments són purament casuals. Fins ara s'han trobat poques molècules i probablement no val la pena estudiar-ne les propietats en profunditat, ni en el camp de la catàlisi ni en la farmacologia. Segurament serà més efectiu seguir fent assaigs amb molècules en un intent de trobar-ne una de nova de forma accidental. La catàlisi contribueix molt a la síntesi d'aquestes noves molècules; moltes conversions impensables fa una dècada ara són possibles gràcies als mètodes catalítics moderns.

⁸ http://www2.dupont.com/Renewably_Sourced_Materials/en_US/assets/DuPont_Renewably_Sourced.pdf.

⁹ a) Un versió més moderna: "Cradle to Cradle: Remaking the way we make things", W. McDonough, M. Braungart, North Point Press, **2002**. b) W. van Dieren on C2C (Cradle to Cradle): http://www.waste3c.org/files/23830/03_Presentation_Mr._W._van_Dieren.pdf

La informatització ha accelerat enormement la investigació química. Sense les noves tecnologies, no es podrien registrar 4 milions de nous compostos a l'any, perquè fa un segle la caracterització de només un costava tot un any de síntesi de derivats per determinar-ne l'estructura. La recerca està produint resultats a un ritme cada vegada més elevat. Actualment els coneixements es divulguen sobretot per bases de dades, i arriben a un gran nombre d'investigadors a un ritme elevat. El coneixement de l'investigador, però, encara té el seu valor. És fàcil trobar "un" mètode de síntesi per a un producte determinat, però encara no s'ha resolt la qüestió de com trobar-ne el millor o el més sostenible. La informatització també té altres impactes. Per exemple, la manera com aprenen els estudiants va canviant i, com sempre, els nostres mètodes d'ensenyament van quedant enrere.

És temptador comparar el desenvolupament de la ciència amb l'evolució de la vida,¹⁰ sobretot pels canvis escalonats que hi ha de tant en tant i el fet que depèn molt de la casualitat. La ciència i la vida no admeten comparacions, i fins i tot aquells avenços en la ciència de la catàlisi que s'anomenen evolució dirigida no mostren les característiques de l'evolució darwiniana. A banda del fet que el canvi científic sembla un bilió de vegades més ràpid que l'evolució, els resultats sobreviuen en el temps en gran part perquè nosaltres volem que sobrevisquin, i la fertilització creuada, tan important en la ciència, és impossible, per definició, entre diverses espècies al llarg de l'evolució. En el millor dels casos, el canvi científic té característiques lamarckianes, ja que els coneixements adquirits es passen a la generació següent. Bé, així ho esperem!

Al llarg d'aquestes paraules he volgut transmetre un missatge implícit, encara que reconec que molt possiblement ja n'esteu convençuts. El meu lema sempre ha estat que al final d'un projecte d'investigació, en cas d'èxit, hi hauria d'aparèixer alguna cosa útil per a la societat. No importa fins a quin punt la nostra recerca ha estat impulsada per la curiositat o com en siguin de bonics els resultats científics; després de tot la societat vol progressar, encara que això no sempre quedi clar de forma immediata. Certament, això sempre ha estat la motivació i la justificació de la catàlisi a Europa. Avui en dia aquest principi es pot aplicar a la química en general i les propostes de la UE l'han de respectar. En alguns àmbits segueix sent un tema de debat, però me n'alegro que a Tarragona hi ha consens. La catàlisi pot ser elegant,

¹⁰ S. J. Gould, *Life's Grandeur*, Jonathan Cape, London, 1996, p. 217–230.

però al mateix temps ha de proporcionar aplicacions pràctiques. Ha estat i seguirà sent un dels temes de recerca més importants perquè és l'únic mitjà racional pel qual es poden produir compostos útils d'una manera econòmica, estalviant energia, i respectuosa amb el medi ambient.¹¹

La situació a Catalunya és molt favorable: el percentatge del PIB destinat a recerca va creixent ràpidament, mentre que es redueix molt als Països Baixos. A més, l'interès que mostra el públic en general i els polítics és molt encoratjador, i és un honor i un plaer formar part d'això, i més encara, des que avui m'he incorporat a l'*Alma Mater*, el Claustre, de la Universitat Rovira i Virgili.

Aquesta situació favorable de la recerca ens dóna confiança en el futur, tenint en compte les tasques que tenim al davant, com acabem d'esbossar una mica. Això és encoratjador perquè el "demà comença avui". Gràcies.

¹¹ R. Noyori, *Nature Chemistry*, abril 2009, 1.



Award acceptance

speech by Dr. Petrus W. N. M. van Leeuwen

Señor Rector Magnífico de la Universidad Rovira i Virgili, apreciada Profesora Carmen Claver, dignísimas autoridades, queridos colegas, profesores, familia y amigos:

En primer lugar deseo hacer constar mi agradecimiento a los numerosos catalizadores de la facultad de química, el decano, la directora del departamento Dra. Ana Masdeu, los profesores y doctores, y los otros departamentos por iniciar este proceso que termina hoy con la investidura, y también quiero dar las gracias al Consejo de Gobierno de la Universidad Rovira i Virgili por otorgarme este gran honor.

Los últimos quince años he colaborado con muchos estudiantes y doctores de los departamentos de química aquí, a menudo con éxito y siempre con gran placer. Estas actividades empezaron con la colaboración con la Profesora Carmen Claver, y le debo mucho a mi padrina actual.

Antes de cambiar al inglés para la parte científica quiero decir algunas palabras en holandés a los tres más jóvenes aquí presentes.

Ik zal nu een paar woorden in het Nederlands zeggen: Lieve Tessa, Lieke en Hugo, ik vind het ontzettend leuk dat jullie vandaag hier ook aanwezig zijn. Heel erg bedankt voor jullie komst; ik zal nu in het Engels verder gaan.

I would like to thank all of you for coming here today, those from nearby, and especially those from the Netherlands. I welcome Professor Kees Vrieze, who was the demonstrator in my first year practical in chemistry 50 years ago, and he was my roommate the first year with Shell, and many years later he convinced me to join the University of Amsterdam, and when he retired I succeeded him as department head; thank you Kees for your support during all those years. Many thanks go to my present and past collaborators, many of whom are in the audience. Especial mention I want to make of Dr. Zoraida Freixa for her many contributions in the last nine years.

I would like to say a few words about catalysis and its role in the world for the future. If so, we must ask ourselves what the problems are the world is facing that have a link with physical sciences. We hear about them

everyday, but chemistry and catalysis are seldom added, unless we listen to chemists. The problems are energy, greenhouse gases, sustainable materials, new medicines, and water.

Energy and greenhouse gases

In the northern European countries the total of greenhouse gas emission is constant we read, be it that CO₂ still increases but that is made up for by the reduction of other gases emitted. In all three areas of energy, domestic heating, transportation, and industry still enormous savings can be made, in spite of the achievements of the last decades. It is reported that in domestic heating still 50% can be saved on CO₂ emission, and catalysis plays a role here in the synthesis of materials. In industry a lot can be done by process intensification, and new catalysts form part of that, although all these measures may not be installed immediately and have pay-out times as well. In transportation the reduction of greenhouse gas emission, as hydrocarbons and nitrogen oxides, has been reduced 20-fold in the last decades and this is entirely thanks to heterogeneous catalysis and engineering. Imagine what the atmosphere might have been like without well-controlled catalytic converters in gasoline fuelled cars; other engines will follow. Thanks to speed limits, reduction of the weight of the cars, and a whole lot of other changes, CO₂ production by cars is increasing much less than it would have been without these measures, but still CO₂ emissions are high, also because the efficiency of an internal combustion engine is only 25% (diesel engines under ideal circumstances may reach 40%); remember that a large part of the loss is dictated by thermodynamics and cannot be avoided. For comparison, coal power stations can be operated at an efficiency of 60%. The EU will require an increased efficiency of new cars down to 5 L per 100 km in 2012. Incremental innovation has brought us major improvements, also because they can be implemented without encountering much resistance. We will see later that 40 years of incremental improvements bring about drastic changes. It won't be enough though as we all know, as the oil reserves are limited and CO₂ emissions should be reduced much more. If we would return to coal as a source for liquid fuels, the CO₂ production would even increase; natural gas to liquid (GTL) is favoured. I did not mention yet the enormous growth in energy consumption to be expected from the new economies that are rapidly developing. More radical innovation is needed.

Bio-energy

The recent rise of bio-energy I do not regard as radical innovation; using present technology adapted and improved we can utilize bio-products for energy. On the production side though, it may bring about radical changes in the world. Catalysis plays and will continue to play an important role in the modification of natural products such that they can be used as fuel for transportation. Most likely the catalysts involved in processes on such a scale, with such mixed substrates, and the low added value involved will be the more robust, heterogeneous catalysts, but never say never.

Estimated yields in liter per hectare of vegetable oils¹

• Soybeans	500
• Rapeseed	1,500
• Palm oil	5,000
• Jatropha	4,000-20,000
• Algae	1,500-150,000!

The EU target for biofuels is that by the end of 2010 almost 6% of the transportation fuel should originate from bio sources. The Dutch target is 10% biodiesel for transportation fuel in 2020; EU target for 2020 is 20% renewables for all energy. In a 2009 report to parliament the Dutch university for agriculture states² that if all agricultural land in the Netherlands would be used for the best crop to give biodiesel, 12% of the transportation fuel needed in the Netherlands could be fabricated. A Spanish comparison may interest you; if all land used for viniculture (4 M ton/y wine, 0.6 l/m²) would be used for the production of biodiesel, about 12–15% of the transportation fuel needed could be made. From neither side this seems an attractive proposal! Worldwide we need all farmland with a production rate of that of rapeseed in Europe to provide all transportation fuel. Biofuel today, which includes bio-ethanol, accounts for 1.5% of the world's transportation fuel. In the last 5 years one has become more realistic about the production of biodiesel; with a 10% share it will be an important source, but biodiesel produced from rapeseed or palm-oil can never replace petroleum. Environmental concern

¹ Published numbers show a wide spread.

² P. Bindraban, E. Bulte, S. Conijn, B. Eickhout, M. Hoogwijk, M. Londo, *Climate Change, Scientific Assessment and Policy Analysis; Can biofuels be sustainable by 2020?* WAB 500102 024, Wageningen, 2009.

and doubts about sustainability are growing. A UK report (2009)³ states that only the reuse of cooking oil as a biodiesel has a direct sustainability, while replacing farmland for rapeseed has 25 years of pay-out time on the CO₂ balance. The use of more arid zones, and plants that are not edible (Jatropha, Chinese tallow tree) may add to the supply and alleviate the pressure on food prices, if this were the case.⁴

Algae for biodiesel

Algae have been studied in the last decade as a new source for biodiesel; they grow fast and their oil content can be as high as 60%. The figures on the yield per m² vary largely, and it is claimed but not proven that the yield of biodiesel per surface area can be ten times higher than that of palm oil.⁵ The efficiency of sunlight conversion with algae might approach that of solar energy devices, it is claimed, but the overall efficiencies of energy and CO₂ remain to be seen.⁶ Several small pilot production units using well-controlled artificial basins or canals have come on stream in recent years. The early proposals to start the production in marine waters seem to have been abandoned, wisely so, in my layman's opinion. A factory in the Netherlands combines the production of algae in artificial canals with the use of liquid manure from pigs, although they did not aim initially at the use of algae for biodiesel. The cultivation of tomatoes is being combined, also in the Netherlands, with the cultivation of algae using the empty space in between the plants in the warehouses, in which the CO₂ level can be raised by adding flue gases from a power station or fermentation plant. A surprise may be that if one starts producing algae on a really large scale, more CO₂ is required than would be locally available and combination with power stations is a must. Large scale production also requires that one takes care

³ P. Upham, P. Thornley, J. Tomei, P. Boucher, *Substitutable biodiesel feedstocks for the UK: a review of sustainability issues with reference to the UK RTFO*, J. Cleaner Production, asap, 2009.

⁴ L.O. Fresco, *Biomass, food & sustainability: Is there a dilemma?* Rabobank, 2007. Fresco, ex- Assistant Director-General, Agriculture Department of the FAO, states that the recent price increases of corn and vegetable oils (2007) are not due to the demand for biofuel; besides prices returned to the level of 1995.

⁵ Y. Chisti, Biodiesel from microalgae. *Biotechnol. Adv.* 2007, 25, 294–306.

⁶ L. Reijnders, Microalgal and Terrestrial Transport Biofuels to Displace Fossil Fuels, *Energies* 2009, 2, 48.

in a sustainable way of the extremely high quantities of by-products. As far as chemistry, catalysis and engineering is concerned this does not require radical innovation, and some optimism is justified.

Radical innovation

Still, radical innovation is needed for transportation energy; remember the EU target for 2020. I regard as radical innovation for transportation the use of fuel cells, batteries and solar power, which may not sound so radical to many of you. Not only is a lot of innovation needed, but also the large scale implementation will take much longer than that of new liquid fuels. Catalysis plays here a small role, although its knowledge base is used, as for instance in research on the production of hydrogen and oxygen from water and solar energy, and the synthesis of materials needed.

Materials, Medicines

The chemistry of fuels is simple as it deals with a limited number of products, but the situation changes radically when we turn to chemical materials, where the diversity is enormous and the number of substances extremely high. Chemical Abstract Services, the database for chemical compounds, announced recently that 50 million compounds have now been registered; 10 years ago the number was only 20 million. The increase was for 60% due to activities of pharmaceutical companies. One might think that 50 million is a lot, but looking at the number of permutations it isn't. Take for instance a backbone, a privileged backbone, to which one can attach 10 different small groups in 8 positions; if we do so this leads to 100 million compounds. I show you an example from literature, from 10 years ago where people made this way 2 million new compounds, which were not characterized and not registered.

Details and small changes matter in chemistry, as is shown here for an anti-cancer drug: just replacing a hydrogen atom in Epothilone A by a methyl group in Epothilone B the activity of the drug changes by a factor of 500.⁷ For comparison, the well known taxol is much less active. Thus, one might want to make all possible variations of molecules. Let's embark on an ambitious project and we take Palytoxin as our starting point which has 64 carbon atoms with a characteristic spatial arrangement and for all atoms

⁷ <http://en.wikipedia.org/wiki/Epothilone>.

there are two spatial arrangements. Suppose we want to make all possible variations in a 1 gram quantity for testing as a medicine. The number of isomers is shown here, and apart from the impossible task to carry out these syntheses, there would not be enough carbon in our forests to make them all. This will remind you of the story of the chessboard inventor Sissa ben Dahir and the grains of rice he asked king Shirham in reward. Variations on materials are endless and as long as there is a desire to change or add materials and medicines research will continue.

How did we make the choices?

The development of chemistry has been determined by the feedstocks available. The main feedstocks have been natural products from plants and animals, and the fossil products coal, petroleum, and gas. My estimate is that 90% or more of the chemical materials today is derived from petroleum, amounting to about 7% of the oil consumed. Most of their conversions (> 90% in volume, more in number of processes) involve catalysis. Incremental innovation in some of our commodity products such as polypropylene or polyethylene, our most common “plastics”, has led to impressive results. An annual improvement of 10–15% of the yield in kg per g of catalyst brought a change of 4 kg of PP per g of titanium in 1954 to nowadays 3 tons per g of Ti, while for homogeneous zirconium catalysts this number is over 10 ton per g of Zr. The latter numbers mean that the catalyst no longer has to be removed from the product, which saves a lot of waste and energy.

Replacing the fossil feed by sustainable bio-sources can be done in various ways more or less by modification of today’s catalysis, usually at the cost of more steps.

It is an opportunity⁸ to search for *new* products made in a more direct way from sustainable feedstocks, and although not quite radical innovation, a perfectly “green” cycle calls for many changes. This reminds me of a proposal of a Dutch delegate (van Dieren) in the Club of Rome (1972), who proposed that many of our end-products should be made available on lease rather than for sale to the customers, and at the end of the lease the material

⁸ http://www2.dupont.com/Renewably_Sourced_Materials/en_US/assets/DuPont_Renewably_Sourced.pdf

is returned to the manufacturer, to enforce the best recycling possible.⁹ The policies implemented in the EU these days for many products resemble this principle. In conclusion, for large scale materials our choices are limited and the number of atomic permutations we have to worry about is not all that large. A focus on desirable, totally new conversions via catalytic pathways needs more attention.

In fine chemicals for materials and medicines we are facing the extremely large numbers of possible molecules, and one way or another we must be smart. To some extent historical lines are pursued, similarities are being sought for, biochemistry gives us leads, biological mechanisms are being studied to find active molecules, property-performance data are being analyzed by various means, etc. but it seems that many discoveries are serendipitous. The number of hits found so far is probably too small to do an effective data-mining on properties-performance, both in catalysis and in pharmacy, and testing of molecules is more effective to find another accidental hit. Catalysis contributes a lot to the synthesis of these new molecules; many conversions undreamt of a decade ago are now feasible with modern catalytic methods.

Computerization has accelerated chemical research enormously; how else could one register 4 million new compounds a year, if the characterization of each one would cost one year of synthesis of derivatives to prove its structure, as was the case a century ago. Research results are being produced at an increasing rate. Disclosure of former knowledge relies mostly on database examination now, reaching a large number of investigators at a high rate, although the knowledge of the investigator still has its value. It is easy to find “a” synthetic method for a certain product, but how to find the best one, or the most sustainable one, is unresolved. Another aspect of the computerization is that the way students are learning is changing and as always our teaching methods are lagging behind.

It is tempting to compare the scientific development with evolution of life,¹⁰ because of the occasional stepwise changes and the large portion

⁹ a) A more modern version: “Craddle to Craddle: Remaking the way we make things”, W. McDonough, M. Braungart, North Point Press, 2002. b) W. van Dieren on C2C (Craddle to Craddle): http://www.waste3c.org/files/23830/03_Presentation_Mr._W._van_Dieren.pdf

¹⁰ S. J. Gould, *Life's Grandeur*, Jonathan Cape, London, 1996, p. 217–230.

of contingency present. This is far beyond the truth, and even those developments in catalyst science called directed evolution do not display the characteristics of Darwinian evolution. Apart from the fact that scientific change seems a billion times faster than evolution, the survival of results is mainly our choice, and cross-fertilization so important in science is impossible by definition between species diversified along the road of evolution. At best scientific change has Lamarckian characteristics, as the acquired knowledge is effectively passed on to the next generation, we hope!

All along in these words there was an implicit message that I wanted to convey, although I may be speaking to the converted. My motto has always been that at the end of a research project, in case of success, there should appear something useful for society. No matter how curiosity driven our research may be, or how beautiful the scientific results may be, at the end of the road society wants to make some progress, although this may not always be immediately clear. Certainly in catalysis in Europe this has always been the motivation and justification. Nowadays it is true for chemistry as a whole and EU proposals have to comply with this. In some circles this is still a matter of discussion, but I am glad that in Tarragona this motto has found ample acceptance. Catalysis may be elegant, but must at the same time lead to practical applications. Catalysis has been, and will remain, one of the most important research subjects, because this is the only rational means of producing useful compounds in an economical, energy-saving and environmentally benign way.¹¹

The climate in Catalonia is very favorable (I don't mean the hours of sunshine!) as the percentage of the GDP spent on research is growing rapidly, while it is going down to low levels in the Netherlands. Also, the interest of the general public and politics is very encouraging, and it is an honor and pleasure to form part of this, and more so, since I joined today the Alma Mater, "el Claustro", of the university Rovira i Virgili.

A favorable research climate gives us confidence in the future, given the tasks ahead of us, as sketched above superficially. This is encouraging, because "Tomorrow begins today". Thank you.

¹¹ R. Noyori, *Nature Chemistry*, April, 2009, 1.



Paraules de benvinguda

pronunciades pel Dr. Francesc Xavier Grau Vidal
Rector Magfc. de la Universitat

Benvolgut Prof. Van Leeuwen, Sr. president del Consell Social de la Universitat Rovira i Virgili, Sr. secretari general de la Universitat Rovira i Virgili, professora Claver, senyores i senyors claustrals, distingides autoritats, senyores i senyors,

És motiu de màxima satisfacció per a la comunitat universitària celebrar aquest acte solemne d'investidura del professor Van Leeuwen com a doctor honoris causa per la Universitat Rovira i Virgili.

A mi em correspon l'honor i el privilegi de donar-li la benvinguda al nostre Claustre, i ho faig amb molt de gust, tant a títol personal com en nom del tots els membres de la Universitat, i en especial del Departament de Química Física i Inorgànica, del qual va néixer la proposta de conferir-li la màxima distinció acadèmica que atorga la Universitat.

La padrina, la professora Carmen Claver, en la seva *laudatio*, ha posat de manifest tots els mèrits acadèmics i científics que el fan mereixedor de tan alta distinció i que hem pogut apreciar en la *magistralis lectio* amb la qual el professor Van Leeuwen ens ha obsequiat.

El nomenament de doctor honoris causa representa, de fet, una distinció amb doble sentit, de màxim reconeixement acadèmic a la persona distingida però també d'orgull per a la comunitat universitària a la qual s'integra. Per a la URV, és tot un privilegi tenir entre el claustrals un dels científics de més prestigi en el camp de la química, especialitzat en catàlisi homogènia. El treball del Dr. Van Leeuwen l'ha fet mereixedor de nombrosos premis i distincions, com ha remarcat la padrina en la *laudatio*.

El nostre doctor a partir d'avui Piet Van Leeuwen és el primer doctor honoris causa en ciències químiques de la URV i crec que puc dir que ja era hora! Felicito i agraeixo la proposta del Departament de Química Física i Inorgànica, que ha rebut el suport de la Facultat de Química i el Departament de Química Analítica i Química Orgànica, per encertada, justa i molt oportuna. La Universitat Rovira i Virgili avui dia és ben reconeguda a tot el país, a Espanya i també internacionalment com un dels centres de referència en aquest àmbit, com ha quedat palès de manera molt significativa en la

resolució recent de la convocatòria de Campus d'Excel·lència Internacional impulsada pel Ministeri d'Educació i pel Ministeri de Ciència i Innovació, en la qual l'única agregació estratègica seleccionada en tot l'Estat i subvencionada específicament pel seu projecte en l'àmbit de la química és la presentada per la URV. Compta amb la participació del Centre Tecnològic de la Química de Catalunya i, sobretot, de l'actual centre de recerca del Dr. Van Leeuwen: l'Institut Català d'Investigació Química.

El projecte que ja desenvolupa la nostra Universitat i que es pot veure reforçat amb aquest reconeixement i suport és estratègic per al país. Una part molt significativa del PIB industrial prové de la indústria química; a la nostra demarcació, on es concentra el 25% de la producció química espanyola, significa més del 15% del PIB total. Una gran activitat que, com molts altres sectors industrials, davant l'emergència de noves economies que tendeixen a apropar la producció bàsica a les fonts de primeres matèries, s'ha de plantejar un escenari d'evolució cap a una producció de més valor afegit, basada en el coneixement. En aquesta indispensable evolució és on el sector productiu ha de rebre la col·laboració i implicació del conjunt de coneixement químic més intens del país, format per dos centres universitaris, tres departaments amb més de trenta grups de recerca, un dels millors instituts catalans de recerca i un centre tecnològic.

No hi ha futur sense indústria química i no hi ha progrés sense els nous materials, productes i processos que aquesta disciplina ha de seguir desenvolupant, amb el valor afegit que representa l'exigència del respecte al medi ambient i la sostenibilitat.

La humanitat té davant seu un segle XXI carregat d'amenaçes que socials i econòmiques però que, en bona mesura, es basen en grans problemes per als quals cal encara un enorme esforç científic: l'amenaça de canvi climàtic, els recursos energètics, la manca d'aigua potable, la sostenibilitat del model de desenvolupament i l'escassetat creixent d'algunes primeres matèries crítiques. En tots els casos, la investigació química hi té un paper central i particularment la catàlisi, ja que fa possible que certs processos es produeixin en una extensió i escala de temps aprofitable per l'home. La catàlisi homogènia, que utilitza complexos de metalls de transició, en què és especialista el professor Van Leeuwen, ha crescut enormement, amb aportacions decisives tant des de la recerca bàsica com des de l'aplicada, a la mateixa indústria. El Dr. Leeuwen n'és un gran coneixedor atesa la seva experiència en tots dos àmbits, manifestada en les seves publicaci-

ons científiques i patents, remarcades també per la professora Claver a la *laudatio*.

Avui Tarragona és la capital química d'Espanya per producció, però això no és cap garantia de futur; cal que el territori sigui excel·lent en la creació de coneixement que porti a la innovació, i no només a partir del treball de la URV, de l'ICIQ o del recent nascut IREC, sinó que també és necessària la plena participació del sector productiu. La URV i l'ICIQ són referents en química en un sentit molt ampli, fent recerca bàsica i aplicada en sectors clau com medi ambient i ecoinnovació, energia, processos industrials, química fina i indústria farmacèutica, nanociència i nanotecnologia, nous materials i nous processos. Ja estan en funcionament l'Oficina Tarragona, Regió del Coneixement i el CTQC, parts també importants del projecte de Campus d'Excel·lència Internacional de la Catalunya Sud. Però perquè el conjunt tingui sentit i s'avanci en l'evolució cap a una producció de més valor afegit, basada en el coneixement, serà indispensable que aquest projecte sigui àmpliament compartit per la indústria química i que les sinergies serveixin per relançar el polígon químic de Tarragona fent-lo plenament sostenible. Sabem que ho tenim tot a les mans perquè sigui així, les col·laboracions actuals i el suport al projecte de Campus Internacional ho indiquen. I en aquest camí, la incorporació al Claustre de la URV del professor Van Leeuwen, investigador destacat de l'ICIQ, ens ha d'ajudar en l'avançament i èxit del projecte que compartim ambdues institucions i que té com a element destacat de projecció internacional la formació de postgrau, amb el màster en Synthesis and Catalysis al capdavant.

Professor Van Leeuwen, gràcies per acceptar la nostra distinció, que més que honorar la vostra persona ens honora a nosaltres mateixos; la vostra incorporació al Claustre prestigia la Universitat Rovira i Virgili i ens obliga a treballar per ser dignes d'aquest prestigi.

Avui, amb el màxim reconeixement dels vostres mèrits, adquiriu el compromís de representar la Universitat Rovira i Virgili, que de ben segur realitzareu amb afecte. Rebeu l'enhorabona més cordial, en nom propi i en el de tota la comunitat universitària, que des d'avui és també la vostra.

Moltes gràcies.









