

Excmo. Sr. Presidente de la Real Academia Gallega de Ciencias
Ilmo. Sr. Secretario Xeral de Universidades da Xunta de Galicia
Magfcos. Sres. Rectores de las Universidades de Santiago de Compostela, A Coruña y Vigo.
Ilmo. Sr. Vicepresidente do Consello da Cultura Galega
Sr. Concelleiro de Educación e Cultura do Concello de Santiago
Dignísimas Autoridades
Señoras y Señores Académicos
Señoras y Señores

Introducción

Me cabe hoy el honor y el placer de responder, en nombre de la Academia, al discurso de ingreso pronunciado por el **Ilmo. Prof. D. Juan Manuel Lema Rodicio**. Tengo por cierto que en mi elección ha concurrido la circunstancia nuestro común origen, ya que ambos estudiamos la misma carrera: **Ciencias Químicas**, en la que obtuvimos la Licenciatura y el Doctorado. Podría pensarse que ahí se acaban nuestras afinidades, pues las Universidades y los tiempos en que lo logramos fueron distintos, y también diversas nuestras especializaciones, en mi caso la **Química Orgánica**, en el suyo la **Química Técnica**. Sin embargo, la naturaleza tan relacional de nuestra común Ciencia, la **Química**, que la hace sentirse cómoda en sus tratos con otras potentes y bien establecidas ramas del saber, como son la **Geología**, la **Física**, las **Ciencias de los Materiales**, las **Ciencias de la Vida** ... permite y favorece, a su vez, un permanente y fructífero diálogo entre todas aquellas disciplinas (**Química Física**, **Química Inorgánica**, **Química Orgánica**, **Química Analítica**, **Química Técnica**) en las que, más que nada por motivos de conveniencia académica, la Química se nos presenta como subdividida.

La disciplina que el **Prof. Lema** ha cultivado tiene que ver con materias que han recibido diversos nombres: "**Química Técnica**", "**Química Industrial**", "**Ingeniería Química**", cada uno con sus matices de enfoque, pero todos claramente dirigidos a la actividad ingenieril. No es de extrañar, pues, que el nuevo académico vaya a encuadrarse en la **Sección de Ciencias Técnicas** de nuestra Academia.

Cuando, como en el caso de la trayectoria del **Prof. Lema**, la **Ingeniería Química** se dedica a resolver problemas del Medio Ambiente, deriva en "**Ingeniería Ambiental**". Si me permiten que traiga a colación una anécdota personal, debo reconocer que mi primer contacto con este concepto ocurrió en 1998, en el aeropuerto de Ezeiza-Buenos Aires. Desde la ventanilla del avión en el que acababa de aterrizar, vi pasar un vehículo que llevaba inscrito en grandes caracteres el organismo al que pertenecía y que en transcripción literal era "**Departamento de Ingeniería Medioambiental**". Al fijarme en su morfología y operación vi que se trataba ni más ni menos que del camión que recogía la basura. Vaya, pensé, ¡qué finos son estos argentinos denominando las cosas! Pronto tuve que corregir mi ligero y apresurado juicio: ya por entonces la "**Ingeniería Ambiental**" llevaba cerca de un tercio de siglo bien establecida como disciplina científico-tecnológica.

Además, ocuparse de la basura es una actividad nada desdeñable. Baste como botón de muestra el ejemplo de la multimillonaria china **Zhang Yin** quien, quien a base de reciclar inteligentemente papel y cartón, en poco más de diez años multiplicó por un millón el dinero invertido en su empresa **Nine Dragons Paper Holdings** y está actualmente catalogada como la 4ª mujer empresaria (entre las "*self-made*") más rica del mundo.

Las inquietudes y la actividad profesional de nuestro nuevo académico no le han hecho millonario (al menos a mí no me consta), pero sí le han permitido incidir en la resolución de los graves e innumerables problemas que, por la acumulación de residuos de la más diversa naturaleza, genera nuestra sociedad urbana e industrial. Y es su trayectoria profesional, tanto desde el punto de vista meramente académico como en cuanto a su proyección social, la que la **RAGC** ha querido valorar eligiéndolo como miembro de la misma.

Sobre el nuevo académico

En efecto, tenemos hoy ante nosotros un ejemplo óptimo de aquello a lo que puede conducir la conjunción de inteligencia, constancia, empuje y trabajo intenso y bien hecho, realizado primordialmente desde la Universidad, pero con vocación de servicio inmediato a la sociedad global y globalizada que nos abarca. Permítaseme que traiga a colación unos sucintos apuntes biográficos.

En la **Universidad de Santiago de Compostela (USC)**, obtiene la **Licenciatura en Ciencias Químicas** (Especialidad Industrial) en 1971 y presenta en 1975 su **Tesis Doctoral** bajo el título: **“Predicción de datos de equilibrio líquido-vapor en mezclas no azeotrópicas”**. Un campo, como puede colegirse, de lo más clásico dentro de la **Ingeniería Química**. Por estos años, inicia en la misma **USC** su carrera académica, desempeñando los puestos de **Profesor Ayudante** y **Profesor Adjunto Contratado**.

En 1976 se incorpora, como **Profesor Adjunto Interino**, a la **Universidad Autónoma de Barcelona (UAB)**, en sustitución del mencionado y añorado colega **Prof. Manuel Bao**, quien retornaba a Galicia. A lo largo de los siete años que allí permanece progresa en su carrera docente obteniendo los puestos de **Profesor Adjunto Numerario** y **Profesor Agregado**, y ocupando el cargo de **Director del Departamento de Ingeniería Química**.

Lo más significativo, sin embargo, es que su estancia en Barcelona le enfrenta al reto de competir con los otros tres Departamentos de Ingeniería Química de las otras Universidades allí existentes, todos más o menos dedicados a la Ingeniería Química clásica. Para afrontarlo, da un giro total a su trayectoria investigadora y se zambulle en la **“Ingeniería de bioprocesos aplicada a la solución de problemas ambientales”**, poniendo en marcha un grupo de trabajo que desarrolla una iniciativa pionera en aquel momento en España: el tratamiento biotecnológico de aguas y residuos, especialmente de industrias agro-alimentarias, con recuperación de energía, implementando soluciones novedosas tanto a escala de laboratorio como de planta industrial, que permiten minimizar impactos y recuperar recursos.

De esta época son también sus estancias de investigación post-doctoral en el **Institut National de Recherche Agronomique (INRA)** de Lille, Francia, donde aborda el tema **“Tratamiento de aguas residuales por digestión anaerobia”** bajo la guía del **Prof. Guy Albagnac** (especialista en bacterias metanogénicas) y en el Centro **“Gilbert Durand”**, del **Institut National des Sciences Appliquées (INSA)** de Toulouse, Francia, donde aborda el tema **“Procesos de fermentación alcohólica”** bajo la guía del **Prof. Gérard Goma** (especialista en petroquímica, microbiología industrial y enzimología, muy dedicado a los bioprocesos conducentes a biocombustibles).

En 1984 la **USC** acoge de nuevo al **Prof. Lema**, ya como **Catedrático de Ingeniería Química**. Desde entonces desarrolla en la misma una intensa vida académica, cuyos hitos más encomiables son sus actividades como:

- **Director del Departamento de Ingeniería Química** durante 10 años, en los que promueve la implantación y pone en marcha la carrera de **Ingeniero Químico**.
- **Promotor** y primer **Director**, durante seis años, de los estudios conducentes a la titulación de **Graduado Superior en Ingeniería Ambiental**, que finalmente se transformarían en **Master Oficial** de la **USC**.
- Promotor y primer Director, durante 10 años, de la **Escuela Técnica Superior de Ingeniería**.

En el campo de la investigación, crea el **Grupo de Ingeniería Ambiental y Bioprocesos**, del que actualmente sigue siendo Coordinador, reconocido por la Xunta de Galicia como **“Grupo de Excelencia”** desde la primera convocatoria del año 2006. Dentro de la **USC**, su impulso creativo también se ha materializado en otras actividades de gestión universitaria como las de ser:

- **Promotor** y primer **Director** del **Centro de Transferencia de Tecnología**.
- **Promotor** del **Instituto de Investigaciones Tecnológicas**.
- Coordinador, desde el año 2015, del **“Center for Research in Environmental Technologies” (CRETUS)**, agrupación estratégica multidisciplinar de 8 grupos de investigación en el ámbito de las Tecnologías ambientales comprometidos con el desarrollo sostenible.

Además, como una proyección de sus actividades al exterior de su *alma mater*, debemos resaltar su implicación en:

- La **Dirección** del proyecto del **Parque Tecnológico de Galicia**, y
- La **Promoción** y **Presidencia**, durante sus 5 primeros años, de la **Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Química de España**.

En panorámica amplia, sus actividades de investigación han estado siempre orientadas por un doble objetivo: Por una parte avanzar en el conocimiento de nuevos conceptos y por la otra desarrollar y aplicar procesos basados en estos conceptos, orientándolos a la solución de problemas ambientales.

Así, ha dedicado su atención:

- al diseño sostenible de estaciones de tratamiento de aguas residuales en las que se minimice el consumo energético y la generación de lodos, se obtenga agua reutilizable de calidad suficiente y, como aspecto más novedoso, se recuperen recursos de los residuos: productos químicos, bioplásticos, nutrientes, etc., y también
- a la implementación industrial de diferentes equipos y procesos resultantes de sus investigaciones para el tratamiento de efluentes de empresas de los sectores químico, forestal, lácteo, pesquero y conservero.

Resultaría excesivamente prolijo describir aquí con detalle todo el trabajo del **Prof. Lema**. Permítaseme, por tanto, resumirlo en una esquemática sinopsis numérica:

- **13** Proyectos financiados por la Comisión Europea (2 de ellos como coordinador).
- **16** Proyectos financiados por el Plan Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología
- **1** Proyecto (como Coordinador/IP) del programa Ingenio 2010 CONSOLIDER.
- **11** Proyectos financiados por la Xunta de Galicia.
- **16** Contratos relevantes (mayores de 100.000 €) con empresas.
- **12** Acciones integradas con diversos países (Italia, Portugal, Alemania, Israel, Chile, México, India).

También es o ha sido:

- Coordinador de diversas redes de investigación de ámbito internacional y nacional (Novedar_Consolider, REGATA).
- Representante para España de varios proyectos CYTED y acciones COST-UE. De estas destaca la Acción COST ES1202 "**Conceiving Wastewater treatment in 2020**", de la que, como máximo responsable, ha coordinado las actividades de 165 investigadores, repartidos en 38 Universidades, 14 empresas y 32 países, con un volumen de investigación estimado en 64 MM €
- Como Presidente, Presidente Honorario o Vicepresidente ha tenido responsabilidad activa en la organización de **5 Congresos científicos internacionales**.
- Ha pronunciado numerosas **Conferencias invitadas** sobre temas de tratamientos mediante digestión anaeróbica (aguas residuales, desarrollo sostenible), células inmovilizadas, ingeniería química, biocatálisis ambiental, agua en relación con la industria, etc. en **12 Congresos Internacionales** y en **8 Congresos Nacionales** de España, Portugal, Chile y México, así como en diversas Universidades y Centros de Investigación, 12 de España y 18 de diversos países (Bélgica, Holanda, Italia, UK, Portugal, Serbia, Francia, Finlandia, México, Chile, Brasil y Argelia).

Frutos de esta actividad han sido:

- **324** artículos publicados en revistas científicas recogidas por ISI.
- **25** capítulos de libros de edición internacional.
- **8.073** citas totales: (promedio anual en los últimos 5 años de 755 y un Índice H: 46)
- **2** patentes europeas y 11 españolas (4 con extensión internacional PCT). De ellas, 3 licenciadas a empresas.

Y, dado que el **Prof. Lema** ha dado siempre en su trabajo una gran prioridad a los aspectos formativos de las personas, no podemos olvidar:

- La formación de **51 doctores**, cuyas tesis doctorales ha dirigido. Muchos de ellos se encuentran actualmente desempeñando puestos destacados como Profesores Universitarios (11 Catedráticos; 10 Profesores Titulares) en España, México, Chile y Colombia) o como Investigadores en Centros de Investigación y Centros Tecnológicos públicos y privados o como Técnicos con responsabilidades de I+D en diversas empresas.
- Asimismo ha contribuido a la formación de postgraduados que han realizado estancias de investigación en su Grupo, procedentes de diversos países cuya enumeración da, literalmente, la vuelta al mundo:—Alemania, Argentina, Brasil, Chile, China, Colombia, Ecuador, Grecia, Holanda, India, Italia, México, Pakistán, Perú, Polonia, Reino Unido, Uruguay).

En el ámbito de la cooperación internacional, habría que mencionar también su:

- Colaboración, como experto, con la **Oficina de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial** (ONUDI, con sede en Viena) en el área de **Ingeniería Ambiental**.

- Integración en un panel de 20 científicos europeos (único español) que analizó las líneas de investigación de la **Unión Europea en Medio Ambiente y Cambio Climático**, por invitación de la Presidencia de la misma.

Finalmente, en este relato no podían faltar los diversos galardones otorgados a él personalmente o en conjunción con su equipo. Entre ellos merecen especial mención:

- **Premio de Investigación Ingeniero Comerma de Ingeniería Industrial**, patrocinado por el **Ayuntamiento de Ferrol** y la **Universidad de A Coruña** (Ferrol, 1989).
- **European Award on Enzyme Technology**, patrocinado por **Instituto Químico de Sarriá** (Barcelona, 1993).
- **Premio a la Innovación Tecnológica en Ingeniería Ambiental**, patrocinado por la **Fundación Babcock** (Bilbao, 1999).
- **Premio en el Concurso de Ideas para Empresas de Base Tecnológica**, patrocinado por la **Xunta de Galicia** (Santiago de Compostela, 2002)
- **Premio Prof. Martínez Moreno de Invención e Investigación en Química Aplicada**, otorgado por la **Fundación García Cabrerizo** (Madrid, 2011).

Así como los siguientes reconocimientos:

- **Medalla de oro de Ingeniería Química** de la **Universidad de Valladolid**, (2010).
- **Insignia de oro** de la **Universidad de Santiago de Compostela**, (2013)
- **Fellow of the International Water Association (IWA)**, (2014)
- **Dr. Honoris causa** por la **Pontificia Universidad Católica de Valparaíso** (Chile), (2015).

Sobre su discurso

En su discurso el **Prof. Lema** nos ha ilustrado sobre cómo la generación de residuos inherentes a la propia naturaleza humana como ser vivo llega a constituir un serio problema sanitario cuando se produce su concentración espacio-temporal, es decir, con el asentamiento en grandes aglomeraciones urbanas. La aplicación de la Ingeniería civil con fines sanitarios, para resolver tanto el problema del abastecimiento de agua a grandes poblaciones como el de la evacuación de aguas residuales, aparece ya en la antigüedad civilizada (civilizada en el más puro sentido etimológico de esa palabra, como trasunto de *civitas*, es decir, de la ciudad). Y esos grandes ingenieros que fueron los romanos, llegaron incluso a utilizar alguno de esos desechos (la orina) como recurso aprovechable.

A lo largo del oscuro túnel de la Edad Media tales conocimientos se manifiestan sólo a pequeña escala en algunas de esas islas del saber que fueron los conventos monacales y la llegada del Renacimiento no supone mayores cambios en esta situación, pues ni los conocimientos científicos ni las habilidades tecnológicas sufren grandes modificaciones que alteren los planteamientos clásicos hasta mediados del siglo XIX. Con el agravante de que, tras el advenimiento de la revolución industrial en el siglo XVIII, al problema de la generación de **residuos naturales**, derivados de la propia población, se suma el de los **residuos artificiales**, derivados del nuevo fenómeno de la producción en masa, a una escala antes nunca vista.

Es entre mediados y finales del siglo XIX cuando, en la "**vieja Europa**", los avances del conocimiento científico (epidemiología moderna, descubrimiento del carácter infeccioso de los microorganismos patógenos) se van traduciendo en los frutos tecnológicos que suponen no sólo la generalización del uso del alcantarillado en grandes y medianas ciudades (revalidando así los precedentes de la Roma clásica), sino la introducción de sistemas coadyuvantes de pretratamiento (retirada de sólidos, riego de suelos, filtrado o percolación por tierras y/o gravas) que permitirían facilitar la incorporación de esas aguas residuales, una vez "limpiadas", a las corrientes naturales de las que el hombre se seguía surtiendo para sus necesidades.

Estas soluciones descansan sobre la filosofía de que alejando, dispersando y/o desconcentrando el problema, la naturaleza (tal vez hoy diríamos el medio ambiente) acabará por resolverlo. Sin embargo, desde hace más o menos un siglo, para los problemas de gran intensidad y magnitud se acaba imponiendo la necesidad de **ayudar, impulsar y potenciar** aquello que la naturaleza haría por sí misma, solo que en una distribución espacial más extensa y difusa. En definitiva, se pasa a aplicar los principios de la "**producción industrial**" al problema de la **regeneración de aguas residuales**, mediante una actuación "**artificial**" que concentra espacial y temporalmente la operación de microorganismos. Una revolución, pequeña o grande según se mire, pero que sigue respondiendo a

los anhelos de la “**ingeniería enfocada a la sanidad humana**”, es decir inserta en el paradigma antropocéntrico.

El gran cambio de paradigma surge a partir de los años 60 del Siglo XX, como consecuencia del nacimiento de la “**conciencia ecológica**”. Dada la tremenda capacidad por parte de una sola especie (la humana) de alterar las condiciones de vida de todas las demás, y la percepción de que los logros alcanzados en el progreso material por unos, relativamente pocos, individuos de la misma (los habitantes del primer mundo) terminarán por generalizarse a todos los demás, en virtud de los principios democráticos, se vislumbra la necesidad de establecer algún tipo de “**límites al crecimiento**”. Ideas inimaginables unos pocos años antes acaban permeando en colectivos que van desde el **ecologismo político** más radical hasta sesudos y respetables “**think tanks**” o paneles de pensadores.

Personalmente pienso que este “**ecologismo ecocéntrico**”, todavía en debate como fundamento filosófico, puede conducir a formulaciones y propuestas exageradas (en el sentido de nada fáciles, si no imposibles, de cumplir), pero tiene la virtud de inducir cambios profundos y saludables en situaciones que siguen funcionando en el contexto del paradigma antropocéntrico anterior. Y aquí podríamos poner como un muy buen ejemplo el **Principio de las tres R**, tanto si se aplica al uso de animales en la experimentación médica,^a como respecto a la producción y gestión de residuos urbanos o industriales.^b

La aplicación de este nuevo paradigma al problema de los residuos acaba dando lugar al nacimiento, como disciplina bien establecida, de la **Ingeniería Ambiental**, que en definición amplia podríamos contemplar como la rama de la Ingeniería que se ocupa de la aplicación de los principios científicos e ingenieriles a:

- 1) la protección de las poblaciones humanas de los efectos de factores ambientales adversos;
- 2) la protección del medio ambiente, tanto local como global, de los efectos potencialmente deletéreos de actividades naturales y humanas, y
- 3) la mejora de la calidad del medio ambiente.

Nuestro nuevo académico acaba de exponer, en una magistral lección que no necesita glosas adicionales, cómo el notable quehacer del grupo de investigación que inspira y dirige ha abordado los problemas de **Ingeniería Ambiental** que se le han planteado, desde una vivencia personal inmersa en ese cambio de paradigma, lo que le ha permitido conseguir interesantes logros de gran valor social.

Querido Juan Manuel:

La Real Academia Galega de Ciencias tiene como uno de sus objetivos primordiales la difusión del conocimiento científico, en el convencimiento de que una sociedad científicamente culta es el mejor caldo de cultivo para el avance científico-tecnológico, que sin duda redundará en el desarrollo económico y en el bienestar de esa misma sociedad.

Esta Real Academia, al congratularse de tu ingreso y darte la bienvenida en su seno, desea que tu trabajo siga reportando avances significativos del conocimiento científico-tecnológico que contribuyan al progreso y bienestar social, y cuenta, al mismo tiempo, con tu implicación en los objetivos de la misma.

He dicho.

i

^a **Reemplazar** (los ensayos por otros métodos que no los usen), **Reducir** (el nº de animales implicados en los ensayos), **Refinar** (hacer ensayos en condiciones menos dolorosas y/o estresantes para los animales).

^b **Reducir** (la producción de residuos), **Reusar** (favorecer la utilización de artículos de uso múltiple), **Reciclar** (los materiales de objetos obsoletos).