

Doctor *honoris causa*

Juan Manuel Lema Rodicio



UAB

Universitat Autònoma de Barcelona

Doctor *honoris causa*

JUAN MANUEL
LEMA RODICIO

Discurs llegit
a la cerimònia d'investidura
celebrada a la sala d'actes de l'edifici Rectorat
el dia 18 de maig de 2023

UAB

Universitat Autònoma de Barcelona

Índex

Presentació de Juan Manuel Lema Rodicio per Juan A. Baeza Labat.	4
Discurs d'investidura de Juan Manuel Lema Rodicio	13
<i>Curriculum vitae</i> de Juan Manuel Lema Rodicio	50
Acord del Consell de Govern	65

PRESENTACIÓ DE
JUAN MANUEL LEMA RODICIO
PER
JUAN A. BAEZA LABAT

Introducció

En primer lloc vull donar les gràcies per oferir-nos l'oportunitat de fer aquesta *laudatio*. Ens agradaria poder contextualitzar per què el Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental (DEQBA) va proposar el nomenament del professor Juan Lema com a doctor *honoris causa* per la UAB. Ho vam començar a parlar el març de 2021, després de veure que una persona tan relacionada amb nosaltres havia rebut el reconeixement *laurea ad honorem* de la Universitat Politècnica de Milà, fet que demostrava la seva rellevància internacional, i de constatar que en aquell moment no havia rebut cap distinció *honoris causa* d'àmbit nacional.

La idea va tenir una ràpida i positiva acollida al Departament i la proposta oficial va tenir el vistiplau de les autoritats acadèmiques. La vam aprovar al Consell de Departament del DEQBA el 19 d'abril de 2021 per unanimitat. Després es va ratificar a la Junta d'Escola del 9 de juliol de 2021 per assentiment i finalment es va aprovar al Consell de Govern del 15 de març de 2022 amb el cent per cent dels vots a favor. En cap de les instàncies on es va haver d'aprovar no va aparèixer cap comentari negatiu, la qual cosa és un clar indicatiu del gran suport d'aquesta proposta i de l'impressionant conjunt de mèrits del candidat per ser nomenat doctor *honoris causa*.

El professor Lema és actualment catedràtic emèrit d'Enginyeria Química a la Universitat de Santiago de Compostel·la (USC) i president de la Real Academia Galega de Ciencias des de 2019. També és director de CRETUS (Cross-Research in Environmental Technologies). CRETUS es va crear el 2015 com una associació estratègica dins del programa Creació, Reconeixement i Estructuració de Grups Estratègics del Sistema Universitari de Galícia, finançat per la Xunta de Galícia. CRETUS està format per vuit grups de recerca de la USC i actualment aplega cinquanta professors i noranta investigadors de diverses àrees de recerca. Té com a objectiu comú desenvolupar i avaluar tecnologies ambientals i sostenibles, i cercar solucions que permetin minimitzar els impactes i els riscos tractant de recuperar els recursos mitjançant processos econòmicament, socialment i ambientalment sostenibles.

Vida

Juan Manuel Lema Rodicio va néixer a Santiago de Compostel·la, Galícia, Espanya, el 12 d'agost de 1949, al si d'una família de classe mitjana. El pare, Manuel, llicenciat en Dret, era gerent d'una empresa familiar, i la mare, Adelaida, com moltes altres dones valuoses de la seva època, es va dedicar a la cura de la família i va abandonar la seva carrera de Química. Es va casar amb Mariló Garabatos (biòloga i professora d'institut) i té dues filles, Marta (va estudiar enginyeria química) i Iria (va estudiar comunicació audiovisual), i quatre nets, Luis, Óscar, Daniel i Martín. Va cursar preescolar a La Enseñanza i posteriorment batxillerat al col·legi La Salle.

Va iniciar la seva carrera acadèmica a la Universitat de Santiago de Compostel·la l'any 1966 estudiant Química, especialitat Industrial, on es va llicenciar el 1971, i va continuar els estudis de doctorat en Química sota la supervisió del professor Tojo, que va acabar el 1975. Durant aquest període va ser professor ajudant i, una vegada

doctorat, professor associat al Col·legi Universitari de Vigo. La relació del professor Lema amb la UAB va començar com a professor adjunt al Departament d'Enginyeria Química l'any 1976, va continuar com a professor titular d'universitat el 1980, i com a director del Departament d'Enginyeria Química entre 1981 i 1983. En aquest període va realitzar quatre estades de recerca a l'INRA (Lilla, França) i a l'INSA (Tolosa de Llenguadoc, França). Com a tret característic, a la UAB, el professor Lema va liderar, juntament amb el professor Carles Solà, l'aposta per la recerca en enginyeria ambiental i enginyeria biològica al nostre departament. En aquells moments això va ser una aposta arriscada, ja que va ser el primer departament d'enginyeria química a Espanya amb aquesta especialització, però finalment s'ha convertit en el segell característic de la nostra recerca. De fet, el Departament d'Enginyeria Química va canviar el seu nom pel de Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental el 2015 per donar visibilitat a aquesta especialització, que anava més enllà de l'enginyeria química clàssica. Durant aquest període va contribuir de forma molt decisiva a la construcció de l'equip humà i les infraestructures que han permès al nostre departament arribar on es troba ara.

Després de la seva etapa a la UAB, el 1985 va tornar a la USC com a catedràtic d'universitat al Departament d'Enginyeria Química, on va fundar i liderar l'Environmental Biotechnology Group (BioGroup USC). A la USC va ocupar els càrrecs de director de Departament (1991-2000) i de director de l'Escola d'Enginyeria (2003-2012). El destaquem també com a fundador i primer president de la Conferència de Degans i Directores d'Enginyeria Química (CODDIQ) (2008-2012), de la qual actualment és president honorari. Clarament, ha realitzat sempre una gran labor per l'enginyeria química com a promotor de la titulació i treballant pel reconeixement professional dels enginyers químics.

Premis i distincions

Entre d'altres, el professor Lema ha rebut els premis i distincions següents:

- 1989. Premi Ingeniero Comerma (Ajuntament del Ferrol)
- 1993. European Prize A-IQS for industrial enzymes
- 2004. Premi Babcock a la innovació tecnològica (Babcock International Group PLC, Regne Unit)
- 2011. Premi de la Fundació García Cabrerizo a la innovació científica
- 2013. Insígnia d'or de la USC
- 2010. Medalla d'or d'Enginyeria Química de la Universitat de Valladolid
- 2014. Fellow International Water Association (IWA)
- 2015. Doctor *honoris causa* per la Pontifícia Universitat Catòlica de Valparaíso (Xile)
- 2016. Acadèmic de la Real Academia Galega de Ciencias
- 2018. Professor honorari de la Universitat de Queensland (Austràlia)
- 2019. President de la Real Academia Galega de Ciencias
- 2021. *Laurea magistralis ad honorem* per la Universitat Politècnica de Milà
- 2021. Doctor *honoris causa* per la Universitat de Valladolid
- 2022. *Distinguished Fellow* de la International Water Association (IWA)

Aquests reconeixements nacionals i internacionals deixen clar que el professor Lema és un referent en enginyeria ambiental i enginyeria biològica, amb una activitat molt remarcable en aquests camps, en els quals no només ha creat nou coneixement sinó que ha estat capaç de guiar molts investigadors que al seu torn s'han convertit en líders en la recerca en aquest camp. Només voldria comentar uns números

clarificadors de l'abast de la seva tasca investigadora. Per exemple, ha dirigit 61 tesis doctorals i la majoria dels seus doctorands han tingut carreres acadèmiques i professionals destacades. En l'actualitat podem trobar onze catedràtics (a Espanya, Mèxic, Xile i Colòmbia), setze professors titulars (a Espanya, Mèxic, Xile, Holanda, Unió dels Emirats Àrabs i Colòmbia), investigadors en centres tecnològics (Anfacó, Aimen, Ainia, Feuga, Gir, Cetaqua...) o responsables d'R + D en diverses empreses (Repsol, Abiasa, Bialactis, Biena, Inditex...).

Obra científica

Entrant una mica més en el detall de la seva recerca, a inicis de la dècada dels anys vuitanta va iniciar la seva investigació en digestió anaeròbia a la UAB, juntament amb el recordat Dr. Josep París, i no ha abandonat mai aquest tema de recerca, del qual ha esdevingut un referent internacional. La digestió anaeròbia ha demostrat la seva utilitat per al tractament d'aigües residuals, especialment amb alt contingut de matèria orgànica. La producció de biogàs a partir d'aquest tractament és un procés que pot esdevenir estratègic per la seva ajuda a la independència energètica. El professor Lema ha fet nombroses aportacions en aquest camp, com per exemple l'estudi de reactors tipus UASB i la modelització d'aquests processos, així com en el tractament de compostos tòxics i recalcitrants que no són degradables amb altres tipus de tractaments.

La seva experiència amb biomassa de tipus granular, com la dels UASB, també li ha permès treballar amb altres processos granulars, com l'innovador tractament Anammox per a l'eliminació de nitrogen, amb menys necessitat de matèria orgànica i oxigen que els processos de nitrificació/desnitrificació convencionals. Així mateix, entre els seus treballs amb més impacte destaca l'article «Behaviour of pharmaceuticals, cosmetics and hormones in a sewage treatment plant», amb més de mil citacions ISI. Aquest treball és una interessant aporta-

ció a l'estudi de la caracterització i tractament de microcontaminants en les aigües residuals, és a dir, compostos amb una concentració molt reduïda però que poden tenir un important impacte negatiu.

Ha treballat en noves línies de recerca situades a les fronteres del coneixement, com ara els bioproductes i els biocombustibles. També ha estat pioner en el tractament i la valorització dels residus, i en la millora de la sostenibilitat dels processos, buscant productes i processos amb menor impacte ambiental. Per exemple, ha desenvolupat processos de producció d'àcids grassos volàtils i bioplàstics i ha estudiat el paper dels enzims en els processos de biodegradació explorant el concepte de biorefineria.

És autor de 451 publicacions indexades a l'ISI Web of Science, amb h-index = 64 i 15.503 citacions (h-index = 71 i més de 19.000 citacions segons Scopus). També ha estat editor del llibre *Innovative Wastewater Treatment & Resource Recovery Technologies*, publicat per IWA, i és autor de 26 capítols de llibre.

Respecte a la seva participació en projectes competitius, ha format part de 71 projectes de recerca, 24 de finançats per la Unió Europea, 34 per la Comissió Espanyola de Ciència i Tecnologia i 13 per la Xunta de Galícia. Ha estat coordinador de l'Acció COST «Concebre el tractament d'aigües residuals el 2020» (Water 2020), on va coordinar investigadors de disset països i on va participar el nostre departament. Ha coordinat la xarxa espanyola Novedar Consolider (amb deu universitats espanyoles i una de neerlandesa) i la xarxa gallega Regata. Cal destacar que, ja com a professor emèrit de la USC, s'ha mantingut molt actiu: entre els anys 2015 i 2020 va ser IP de tres projectes europeus i de dos d'espanyols, així com director de tretze tesis doctorals.

La seva relació amb la indústria ha estat molt rellevant, ja que ha intentat buscar sempre els problemes reals de les empreses i estar al

seu costat per solucionar-los i intercanviar experiència i coneixement. Ha dirigit setze projectes de recerca rellevants amb empreses de tractament d'aigües residuals industrials i municipals i ha participat en quaranta convenis amb empreses. Destaquem el seu primer projecte sobre digestió anaeròbia amb l'empresa CIDA-Hidroquímica, quan treballava a la UAB. Ha aconseguit vint patents, nou de les quals són europees i cinc, llicenciades a empreses. També ha estat cofundador de l'empresa ICODA, que treballa en l'optimització de la digestió anaeròbica, i membre expert d'ONUDI (Organització de les Nacions Unides per al Desenvolupament Industrial), amb seu a Viena, a l'Àrea de Tractament d'Effluents Industrials. En total, ha recaptat més de disset milions d'euros per a recerca.

Per acabar aquest petit resum de la seva obra científica, volem esmentar que el 2020 va ser inclòs en el 2 % d'investigadors de major impacte mundial en biotecnologia, i també cal remarcar que sis dels seus exdoctorands també es troben dintre d'aquest rànquing.

Relació amb la UAB

La col·laboració entre el professor Lema i el DEQBA ha estat molt fructífera: han participat en projectes, han fet intercanvi d'estades de recerca d'investigadors, han elaborat publicacions conjuntes entre els grups de recerca, han estat membres de nombrosos tribunals de tesis doctorals i han donat visibilitat a la recerca en enginyeria ambiental i biològica a la UAB. El maig de 2019, l'any en què es va retirar, va fer una estada a la UAB en la qual va poder aconsellar molts investigadors del DEQBA i vam poder gaudir de les seves lliçons magistrals sobre enginyeria química.

També hem de destacar que el juliol de 2021 va participar en el lliurament de la Medalla d'Honor de la Xarxa Vives d'Universitats al

seu gran amic el professor Carles Solà, cofundador del Departament d'Enginyeria Química, exprofessor del DEQBA i exrector de la UAB, i de qui va fer la *laudatio*. Aquest nomenament és, per tant, el reconeixement d'aquesta col·laboració, de la recerca desenvolupada durant tota la seva llarga carrera investigadora i docent i de la deferència i sensibilitat que sempre ha tingut per la nostra universitat.

Per acabar, sobre Juan Lema com a persona cal dir que tota aquesta activitat l'ha realitzada d'una manera molt col·laborativa, tenint com a testimonis molts professors d'altres departaments de la UAB quan en formava part. El seu caràcter sempre ha estat empàtic, cordial, molt predisposat a ajudar en la mesura del possible i proactiu en la creació de grups i centres de recerca, xarxes internacionals, etc. Només podem tenir bones paraules per la persona i per la figura que representa per a l'enginyeria ambiental, l'enginyeria biològica i l'enginyeria química com a disciplina a tot l'Estat.

Esperem que amb aquest escrit haguem estat capaços de descriure i fer-vos arribar la dimensió científica i humana del professor Lema, a qui avui proposem com a doctor *honoris causa*. Per al Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental i per a l'Escola d'Enginyeria és, sens dubte, un gran honor la seva incorporació al claustre de la nostra universitat.

És per tot això que tinc el plaer, l'honor i el privilegi de demanar al Rector Magnífic de la Universitat Autònoma de Barcelona que s'atorgui el grau de doctor *honoris causa* al professor Juan Manuel Lema Rodicio.

DISCURS D'INVESTIDURA
DE JUAN MANUEL LEMA RODICIO

De l'enginyeria (bio)química a l'enginyeria biològica

Voldria, en primer lloc, donar les gràcies molt sincerament als professors del Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental de la UAB per haver proposat la meva candidatura, al professor Juan Baeza per la seva *laudatio* tan afectuosa i al Consell de Govern, i molt especialment al rector Javier Lafuente, per haver aprovat el meu nomenament com a doctor *honoris causa* d'aquesta tan estimada universitat. Crec que tots sou conscients del que això representa emocionalment per a mi. La UAB és la universitat on he crescut, la que més ha influït en la meua vida professional, i potser també en la personal. Juntament amb la meua estimada Universidade de Santiago de Compostela, són les universitats que més m'han donat i a les quals he intentat aportar tot el que he pogut.

Moltes gràcies per la vostra presència en aquest acte tan entranyable. Estimada família, estimats companys del Biogroup de la USC, estimats amics de la Colla de l'Olla, estimats companys de la UAB i de les universitats catalanes, estimats amics que heu volgut acompanyar-me avui, soc feliç en companyia vostra.

L'inici d'una aventura

La meua arribada a Bellaterra, l'any 1976, va ser fruit d'una casualitat i potser d'una inconsciència juvenil. Però, com diria el gran poeta

Joan Maragall, «Totes les coses del món són filles o netes de l'atzar». Aquell any, el professor Manuel Bao es traslladava de la UAB a la Universitat de Santiago de Compostel·la i em va oferir un «intercanvi» pel qual ell, a més de la seva docència a l'Escola de Ensenyaria Industrial de Vigo, assumiria la meua al Col·legi Universitari i jo m'incorporaria a la UAB durant un curs. Així de senzill. Em va fer l'oferta a principis de setembre i la vaig acceptar immediatament, de manera que, a la segona quinzena de setembre, ja m'havia incorporat a la meua nova universitat. Un procediment, diria que original, que avui seria completament inviable.

I deia fruit d'una inconsciència juvenil perquè assumia una responsabilitat enorme. Ni més ni menys que fer-me càrrec d'un departament que feia poc que s'havia creat i, amb l'ajuda dels joves llicenciats Albert Armengou, Luisa Gironde i Rosa M. Bastida, de la docència de la Química Tècnica de tercer curs i de totes les matèries de l'especialitat industrial: tres assignatures a quart curs (una d'elles impartida per Albert Armengou), i sis a cinquè (la de Projectes, impartida per Miquel Rigola), amb uns vuitanta alumnes a tercer i una dotzena a cadascun dels dos cursos de l'especialitat. Avui, això sembla increïble.

El Departament de Química Tècnica s'havia creat l'any anterior, conjuntament amb els departaments de Química Inorgànica i de Química Analítica com a escissió del Departament de Química. Això sí, va néixer sense cap infraestructura, sense plantilla i amb un deute heretat. El repte era tan important que la Secció de Química va plantejar, a la primera reunió a què vaig assistir, el mes d'octubre de 1977, la supressió de l'especialitat industrial i, per descomptat, del Departament. Probablement era el més raonable, però amb il·lusió i, novament, amb la meua innata inconsciència, vaig plantar cara a la proposta i, amb el suport del professor Heribert Barrera, que gaudia d'un enorme prestigi, dels pocs alumnes de l'especialitat i del cap de la Secció, el professor Josep Font, se'ns va concedir una moratòria. Vam aconseguir alhora la dotació d'una plaça de professor associat per impartir la ma-

tèria de Projectes, que va ocupar Miquel Rigola, director d'una enginyeria internacional i que amb els anys es va integrar com a professor a la Universitat de Girona (taula 1).

Al l'Autònoma vaig descobrir que podia contribuir amb les meves opinions i iniciatives a anar creant aquella nova universitat més lliure, més democràtica i més professional que tots anhelàvem. Ens trobàvem en plena transició política i això es reflectia també, i sobretot, a la universitat. I en aquest camí l'Autònoma era una avançada al seu temps. Després del Manifest de Bellaterra de l'any 1975, primer document que reivindica una universitat autònoma, democràtica i socialment responsable, i després de l'elecció del primer rector democràtic, el professor Josep Laporte, el camp de cultiu estava sembrat. Amb tota la desimboltura d'una estructura molt jove, de menys de deu anys, s'anava fent camí.

He de dir que des del principi em vaig trobar sempre molt ben acollit, tant pels acadèmics, el degà Ramon Pascual i els professors Josep Font, Marcial Moreno, Francesc Sánchez, Hortensia Iturriaga, Jordi Bartrolí, Salvador Alegret, Marcel Blanco, Pilar González, Heribert Barrera, Walter Gaete, Josep Maria Costa, Pere Molera, Claudi Cuchillo, entre una llarga llista de companyes i companys, com pel personal d'administració: la cap de negociat, Àngela Riu, la secretària del Deganat, Inma Cortinas, i el cap de consergeria, Amable Jacob.

A mitjans de 1977 va tenir lloc el concurs d'accés a la càtedra de Química Tècnica, que va aconseguir el professor Carles Solà i Ferrando (figura 1). Prèviament a la seva incorporació, va fer una primera visita al Departament al mes de maig. L'impacte va ser definitiu i immediatament em vaig adonar que, si em quedava a l'Autònoma, la meua vida experimental un gran canvi. He d'agrair al Carles l'enorme confiança que va dipositar en mi en aquell moment. Ell podria, perfectament, haver format el seu equip de treball amb personal de confiança de la Universitat de València, d'on ell procedia. Però no, va

insistir que l'acompanyés en una gran aventura i he de dir que em vaig deixar convèncer fàcilment.



Figura 1. Professor Carles Solà i Ferrando

Va començar una nova etapa, amb molta feina i amb molt de compromís. Una etapa en què, en primer lloc, va caldre aconseguir la confiança de la Secció per consolidar el Departament. Alhora, resultava vital atraure excel·lents estudiants per a l'especialitat que, al seu moment, haurien de ser la base del desenvolupament natural del Departament. I no dic molts, sinó excel·lents.

L'assignatura de Química Tècnica de tercer era realment completa i, sota una visió actual, molt exigent. No regalàvem res. Oferíem oportunitats i il·lusió. Era el primer contacte amb un tipus de matèria molt diferent de les que havien vist fins aquell moment a la carrera i, a més a més, havia de tenir un objectiu en si mateixa, atès que la major part dels estudiants no tornarien a tenir aquest tipus de formació als cursos posteriors. Vam publicar unes *Notes de classe* (Solà i Lema, 1980) que tenien

com a objectiu facilitar l'assimilació de l'enorme varietat de conceptes que s'abordaven a l'assignatura. Vist avui dia, aclapara una mica la seva ambició: balanços de matèria i energia, introducció als fenòmens de transport i estudi de la destil·lació com a exemple d'operació unitària. Les *Notes* van tenir molt d'èxit i van ser també utilitzades com a llibre de referència a les universitats de València, Alacant i les Illes Balears. Les *Notes* van servir com a base per al primer llibre d'enginyeria química escrit en català, que es va editar posteriorment (Aucejo *et al.*, 1999).

L'estratègia va funcionar molt bé. Durant els primers anys vam tenir una mitjana d'uns deu alumnes molt bons per curs en les matèries de l'especialitat, excepte un any en què, com que hi va haver un canvi en els plans de batxillerat, només en vam tenir quatre, a qui fèiem classe al despatx; tot un luxe. El fet que els professors tinguéssim una edat no gaire diferent de la dels alumnes i la mida tan reduïda dels grups van permetre una relació molt directa i una formació molt dirigida en un ambient molt cordial, i jo diria que molt amigable. Els resultats eren excel·lents. Pocs alumnes, però motivats, brillants i ben atesos (figura 2).



Figura 2. Visita al pol químic de Flix (any 1981)

El final de la dècada dels setanta va ser prodigiós. No només vam recuperar la llibertat, els drets, la història i la llengua, sinó també la capacitat d'inventar-nos. No hi havia normes validades, no hi havia experiència en aquest nou marc. I menys a la UAB, una universitat pionera, amb ganes de trencar motlles i també de fer-se un lloc a la societat. S'hi podia experimentar. Vam inventar normes, estructures, comportaments. S'hi permetia, per exemple, poder contractar directament un exiliat xilè, un titulat recent de la UB i, per què no?, un microbiòleg —l'estimat Carles Casas— al Departament de Química Tècnica. És sorprenent que actualment, en un estatus extraordinàriament superior, el sistema sigui tan rígid que no faciliti propostes d'experiments il·lusionants que permetin abordar nous camins.

Aquest clima també va fer possible un pacte amb els departaments de la Secció de Química. Va permetre un desenvolupament de la plantilla de professorat, de manera que en tan sols set anys s'hi van incorporar fins a tretze nous professors (taula 1) com a nucli del nou departament. Jo els anomeno el *dream team* (figura 3).

Taula 1. Evolució de la plantilla de professorat 1976-1984

Curs	Catedràtic / Agregat	Adjunt	Ajudant	Contractat
1976-77	J. M. Lema	A. Armengou	R. M. Bastida	L. Gironde M. Rigola
1983-84	C. Solà J. M. Lema	J. López C. de Mas J. París M. Poch	D. Benaiges N. Bonastre G. Caminal G. González J. Lafuente E. Rehués A. Serra (F.Gòdia) (F. Valero)	J. Canals A. Fàbregas



Figura 3. Departament d'Enginyeria Química. Any 1982

Amb en Carles vam establir infinites complicitats i, sempre sota el seu lideratge, intentàvem anar traçant les línies mestres i desenvolupant el Departament. El model organitzatiu era molt participatiu i totes les decisions importants les prenia el conjunt dels professors, la majoria dels quals encara estaven fent la tesi doctoral. Això sí, els temes els discutíem ell i jo prèviament els caps de setmana mentre practicàvem jòguing per la serra de Collserola i apreciàvem el pas de les estacions: ja floreixen les roselles, ja creix el blat, ja surten a passejar els cargols...

L'impacte familiar

Permeteu-me que faci ara un incís per parlar de temes més personals. Com deia, el setembre de l'any 1976 vam arribar amb la meua dona, Mariló, i la meua filla Marta a Catalunya i ens vam establir a Sant Cugat, una vila aleshores d'uns 25.000 habitants, molt familiar i molt propera a la Universitat. Hi vam anar recomanats pel professor Bao i, sens dubte, va ser un enorme encert. La integració va ser prou rà-

pida. A Sant Cugat va néixer la nostra filla Iria, fet que va augmentar encara més, si és possible, la nostra relació amb aquell poble, acollidor i dinàmic, i que estava creixent ràpidament, entre altres coses per la incorporació de famílies joves relacionades amb la UAB. S'hi respirava un clima similar al que he descrit per a la Universitat: nous paradigmes, nous conceptes, canvis rapidíssims. Una sensació d'entusiasme i ànsies de llibertat com no havíem viscut fins aleshores. Com a exemple ben significatiu, el novembre de 1976, vam assistir a la primera Festa de Tardor (figura 4), avui molt consolidada, amb propostes trencadores que avui resultarien habituals, però que no ho eren en aquell moment.



Figura 4. Festa de Tardor

Aquell ambient era molt propici per establir les nostres relacions, però el que realment les va potenciar va ser un altre factor que també va marcar el rumb de la nostra família. L'admissió de les nostres filles Marta i Iria a l'escola bressol de la UAB. La Gespa era un centre educatiu d'avantguarda amb mestres completament compromeses que aplicaven procediments més orientats a la formació que a la informació. Un luxe.

La tan estimada Gespa ens va obrir pas a noves amistats que van ser el nucli germinal de la nostra gran família santcugatena, la Colla de l'Olla (figura 5). Per mediació de les nostres filles i fills vam anar teixint, ràpidament, llaços d'amistat que es van anar enfortint a través de convivències a festes d'aniversari, festivals, excursions, estades a cases de colònies... Aquest any hem celebrat el 41è aniversari de la Colla. Excepcional! Amb la colla hem après a conèixer i estimar Catalunya, a endinsar-nos en les seves tradicions i costums, a integrar-nos en un estil de vida. Gràcies, amics, per tants anys d'amistat i de generositat.



Figura 5. Colla de l'Olla (any 1984)

De tot això crec que queda ben clar l'impacte integral que va suposar per a la nostra família la nostra relació amb la UAB, i per això l'enorme respecte, admiració i afecte amb què la considerem.

Una decisió estratègica

El 1979 els integrants del Departament de Química Tècnica, mitja dotzena de professors d'entre vint-i-cinc i poc més de trenta anys, ens vam reunir per prendre una decisió que condicionaria no tan sols l'evolució del Departament, sinó també el rumb de les nostres pròpies vides. Segons l'encertada anàlisi de Carles Solà, a l'entorn de Barcelona existia, en l'àmbit de l'enginyeria química, una oferta qualitativa i quantitativa poderosa, amb uns camps de treball ben establerts i amb unes relacions socials i industrials sòlides. Marquem la diferència!, va ser el missatge. I la resposta a aquesta decisió va ser abordar un camp emergent, cosa que representava per a nosaltres poc més que unes paraules, una intuïció, amb molt poc coneixement i experiència.

La biotecnologia era en aquells moments portada de les revistes d'enginyeria química. I ens vam dir, per què no? Decisió arriscada presa per uns joves, probablement poc reflexius, però amb voluntat d'avançar i crear un projecte col·lectiu il·lusionant. Potser una utopia? Probablement, però, com diria el meu admirat Joan Manuel Serrat, «Sense utopia la vida seria un assaig per a la mort».

Però, com tot projecte ambiciós, requeria planificació, esforç i estratègia. La primera decisió important: havíem de formar-nos en un nou camp del qual érem neòfits. Amb aquest objectiu vam establir dues línies de treball: una d'externa buscant models i aliats i una altra d'internal. En aquest cas, el procediment va ser novament original. Rebíem classes setmanals... de nosaltres mateixos. Ens vam repartir el temari en grups i, de nou amb un gran desvergonyiment —però també amb una gran humilitat— ens vam posar a estudiar i compartir els nostres coneixements acabats d'adquirir.

Aprofitant totes les oportunitats que anaven sorgint, vam buscar el suport de l'Associació Hispano-Francesa de Cooperació Científica i

Tècnica, creada de nou. No és casualitat que els nostres primers mentors i després col·laboradors fossin grups francesos, entre els quals destacaven els de Gérard Gomà i Pierre Monsan de l'INSA de Tolosa de Llenguadoc i Guy Albagnac i René Moletta de l'INRA de Lilla. Molts de nosaltres vam tenir el privilegi de ser acollits als seus laboratoris, cosa que ens va permetre d'avançar més ràpidament tant en l'àmbit de la formació com en el de la integració internacional.

Però, com deia, calia aprofitar totes les oportunitats, i el modest però eficaç programa de l'ICE de la UAB ens va permetre d'organitzar uns cursos de gran nivell i ampliar la nostra xarxa de contactes. A més dels ja esmentats, en aquests primers anys vam tenir el suport de, entre d'altres, Alberto Rozzi, Rodolfo Soncini-Sessa, Emer Colleran, Jacques Nyns i A. Van Velsen... (figura 6). Ens van visitar, ens van donar suport i ens van ajudar en la nostra incipient integració internacional, una integració que des del primer moment vam considerar completament prioritària.



Figura 6. Seminaris amb experts internacionals entre 1980 i 1983

Si bé la Comissió Assessora per a la Investigació Científica i Tècnica (CAICYT) havia estat creada als anys seixanta per promoure la investigació, fins a principis dels vuitanta tenia un funcionament molt opac, amb procediments d'avaluació de propostes que premiaven els grups més influents al Ministeri. El finançament de la investigació era extraordinàriament difícil d'aconseguir per a grups que, com el nostre, començaven el camí. Vam tenir l'encert de contactar amb la Fundació Francisca María de Roviralta, que amb els anys ens va permetre adquirir una infraestructura científica (espectrofotòmetres, cromatògrafs de líquids i gasos i un VAX PDP-11) imprescindible per als nostres treballs. El fet d'haver aconseguit que empreses (Cida Hidroquímica, Catalana de Gas o Laboratoris Adroer) i institucions (Diputació de Barcelona, Servei de Medi Ambient i Junta de Sanejament) creguessin en els nostres projectes va ser un factor decisiu. En un altre ordre, vam aconseguir també un contracte amb l'Associació Empresarial Química de Tarragona, que va confiar en nosaltres per fer un seguiment de la qualitat ambiental de l'aigua de les basses on abocaven, una activitat poc gratificant científicament però de gran interès econòmic per a nosaltres. Qualsevol ingrés era molt necessari.

L'any 1985, Teresa Vicent i Huguet va presentar la primera tesi dirigida per mi, amb finançament completament empresarial, com la major part de les tesis d'aquest període. Fins a l'any 1983, quan la CAICYT va començar a funcionar de manera més transparent, no vam aconseguir el finançament dels nostres primers projectes.

Enginyeria bioquímica

El concepte d'*enginyeria bioquímica* va sorgir per primera vegada a finals dels anys quaranta, relacionat amb el desenvolupament de processos de fermentació en cultiu submergit, que tant d'èxit havien tingut en la producció de penicil·lina, i que es proposaven per al desenvolupament d'altres antibiòtics. El tema més rellevant era com millorar

la transferència d'oxigen a la interfase gas-líquid per incrementar la productivitat dels processos fermentatius (Fink, 1954). Aquesta orientació també va tenir una gran importància en el camp ambiental, ja que la transferència d'oxigen era un factor decisiu en els sistemes de fangs actius (McCabe i Eckelfelder, 1955).

Als anys seixanta va tenir lloc una fase de maduració de l'enginyeria química més tradicional amb la introducció del concepte dels fenòmens de transport (Bird, Steward i Lightfoot, 1960) i amb el desenvolupament de l'enginyeria de la reacció química (Levenspiel, 1962). En paral·lel, com a fet molt destacat, el 1959 va aparèixer la revista *Biotechnology and Bioengineering*, la més prestigiosa i influent durant més de trenta anys al món de l'enginyeria bioquímica, tot i que el concepte *biotecnologia* encara no estava ben definit.

A la dècada de 1970 es van publicar diverses obres que van causar un gran impacte. El llibre d'Aiba (1965) i especialment el de Bailey i Ollis (1977) van dotar d'un cos de doctrina específica l'enginyeria bioquímica en incorporar de manera molt notable els aspectes biològics en què s'haurien de basar els processos. En una sola obra s'integraven conceptualment la bioquímica, la microbiologia, la genètica i l'enginyeria química oferint un «llenguatge comú» i sobretot una orientació a productes i processos.

En un article recent dedicat al professor Daniel Wang, un pioner de l'enginyeria bioquímica, Afeyan i Cooney (2020) repassen l'evolució de la disciplina al MIT des de 1950, quan bàsicament només es pretenia millorar els processos de fermentació. En el període 1965-1975 es van establir les bases científiques per avançar en el desenvolupament de nous equips (*air-lift*, processos de separació per membrana) amb l'objectiu d'obtenir proteïna unicel·lular (SCP) com a alternativa alimentària a partir de residus de petroli. El canvi bruscat del preu del petroli el 1973 i l'estabilització dels preus del blat de moro i de la soja van propiciar un canvi d'orientació en direcció contrària, i el perío-

de següent (1985-1975), justament els anys en què ens trobàvem al Departament, es pot definir com «l'era de la tecnologia enzimàtica, del control computacional i de la conversió de biomassa lignocel·lulòsica», avançant en l'ús d'enzims com a elements importants i complementaris a la fermentació. Es van focalitzar noves necessitats, com la producció de combustibles, aminoàcids, antibiòtics, vitamines i enzims complexos. A la dècada dels anys vuitanta es va introduir la tecnologia de l'ADN recombinant, així com els cultius cel·lulars, la qual cosa va generar grans expectatives per a la producció de nous productes terapèutics.

Aquest era el marc internacional en què preteníem integrar-nos.

Comença la investigació

El disseny inicial del pla de recerca preveia, dins el camp de l'enginyeria bioquímica, dues línies genèriques: una de producció (centrada inicialment en l'obtenció de biocombustibles a partir de materials lignocel·lulòsics) i una altra d'ambiental (orientada inicialment a la digestió anaeròbia aplicada al tractament de corrents residuals). Quaranta anys més tard, aquests dues línies —productiva i ambiental— continuen sent els dos àmbits principals del Departament.

La crisi del petroli de 1973-1974 va ser com una crida d'atenció pel que fa a l'ús de la biomassa renovable com a possible reemplaçament de combustibles i productes químics del petroli. El 1974 va tenir lloc una conferència organitzada pels professors George T. Tsao i Charles W. Wilke (Katzen i Tsao, 2000), que va tenir un gran impacte quan van ser publicades les seves actes en un volum especial de *Biotechnology & Bioengineering* (Wilke, 1975). El 1978 es va celebrar el primer Symposium on Biotechnology for Fuel and Chemicals a l'Oak Ridge National Laboratory, organitzat pel professor Charles Scott. Va ser el primer congrés centrat exclusivament en la conversió biològica de ma-

terials renovables. Posteriorment, aquesta conferència es va fusionar amb la promoguda pel National Renewable Energy Laboratory, a Fort Collins, Colorado. En moltes de les edicions els treballs van ser publicats com a números especials de *Biotechnology & Bioengineering* i posteriorment a *Applied Biochemistry and Biotechnology*, fet que va incrementar-ne el prestigi i la difusió. El simposi celebra aquest any l'edició número 45 i ha estat, i encara és, un motor de gran importància per a l'anàlisi i la promoció de tecnologies de producció de biocombustibles.

L'interès per l'aprofitament de la biomassa com a recurs d'energia o per a productes químics va ser fomentat molt intensament per la Comissió Europea en aquell mateix període (Kirkels, 2012). Una de les mesures més actives va ser la promoció, des de 1980 (Palz *et al.*, 1980), de l'European Biomass Conference (Strub *et al.*, 1983, Grassi *et al.*, 1987), celebrada anualment o biennalment. Tot i que durant aquests anys ha anat evolucionant en temàtica, l'objectiu final es manté invariable. Una de les línies abordades amb intensitat ha estat la de la conversió biotecnològica de recursos renovables, amb més intensitat entre els anys 1985 i 1995. Aquesta sèrie de conferències, que aquest any celebren la 31a edició, ha servit de plataforma de contacte científic i tecnològic dels investigadors i tecnòlegs europeus i és una línia de connexió directa amb les administracions públiques.

En aquestes conferències, també s'hi promou l'interès per la conversió anaeròbia de residus orgànics en biogàs, un recurs renovable que fins aquell moment havia estat produït gairebé amb exclusivitat a les plantes de tractament d'aigües residuals urbanes com un efectiu sistema d'estabilització dels fangs generats a les plantes de llots actius. En realitat, fins aquell moment, el tema energètic associat a aquesta operació no tenia cap interès, atès els baixos preus de l'energia. El primer simposi mundial sobre digestió anaeròbia va tenir lloc el setembre de 1979 a Cardiff (Regne Unit), on es van reunir uns cent experts de trenta països. Els temes ja incloïen tant els aspectes bàsics

bioquímics i microbiològics de la digestió anaeròbia com una visió tecnològica sobre els desenvolupaments recents. Vaig tenir l'enorme privilegi d'organitzar, el juny de 2013, a Santiago de Compostel·la, la 13th World Conference on Anaerobic Digestion (figura 7), amb una participació de més de vuit-cents delegats de més de setanta països on l'esquema integrador ciència-tecnologia va continuar mantenint la seva estructura inicial. L'orientació, en tot cas, era el vessant ambiental i la protecció de la natura, més que no pas la generació d'energia. Cal reconèixer a Europa el seu paper de líder en aquest camp, i jo diria en general en el camp de la ciència i l'enginyeria ambiental.



Figura 7. 13th World Congress on Anaerobic Digestion. Santiago de Compostel·la, 2013

Amb els anys, resulta sorprendent la nostra ambició i visió a l'hora de seleccionar, des d'un inici, dos temes que en aquell moment eren emergents a escala internacional i que, al llarg dels anys, han tingut tant de desenvolupament. Avui dia, amb versions renovades i noves propostes, són temes de gran actualitat i interès científic, tecnològic, social i econòmic.

A la taula 2 es presenten els temes de les tesis doctorals elaborades al Departament a la dècada de 1980, que resulten completament significatius dels nostres interessos en recerca en aquella època. En revisar-la, m'han sorgit una sèrie de reflexions que m'agradaria compartir. La primera és l'amplitud de temes, encara centrats en les dues línies mestres, indicatiu de la nostra curiositat i de la nostra decisió d'avan-

çar ràpid, malgrat la manca de recursos i de tradició en el tema. Un altre cop, una mostra d'una certa inconsciència o una prova de la nostra confiança? S'hi observa també l'interès pels aspectes bàsics (microbiologia, cinètica) i tecnològics (reactors, sistemes de separació) sota una visió holística. En aquest sentit, és interessant destacar l'orientació de la investigació per avançar en solucions, tenint en compte que almenys la meitat de les tesis es van desenvolupar a escala pilot o real. Això connecta també amb els aspectes financers ja comentats anteriorment, atès que una bona part de les tesis van ser finançades per empreses, un aspecte que avui dia resulta sorprenent. Val la pena destacar que els terminis de realització de les tesis van ser de quatre anys, cosa que resulta molt meritòria, ja que la major part van ser realitzades per doctorands que impartien una intensa activitat docent, al contrari del que passa actualment. Això només va ser possible per l'enorme entusiasme desplegat i pel talent de les nostres doctorandes i doctorands. Un darrer punt que voldria destacar és la política de cessió i assumció de responsabilitats. Veiem que ràpidament els nous doctors assumeixen tasques de lideratge en la direcció o codirecció de les tesis, mèrit també atribuïble als professors més sèniors (Carles Solà, Carles Casas i jo mateix), que fomentàvem el creixement personal i professional dels nostres doctors.

Taula 2. Tesis doctorals del Departament d'Enginyeria Química a la UAB (dècada de 1980)

Any	Doctorand	Tema
1980	Josep París i Molina	Creixement de llevats en gasoil
1981	Sebastián Videla Hintze	Simulació d'interacció aire-aigua
1981	Josep López i Santín	Hidròlisi enzimàtica de sacarosa
1983	Manel Poch i Espallargas	Modelització de la qualitat de les aigües
1983	Carles de Mas i Rocabayera	Reactor biològic de llit fluiditzat
1983	Glòria Caminal i Saperas	Hidròlisi enzimàtica de cel·lulosa
1984	Teresa Vicent i Huguet	Tractament anaerobi d'aigües industrials
1984	Miquel Rigola i Lapeña	Optimització de la xarxa d'EDAR
1986	Abilio Aguilar i Lázaro	Cinètica de la degradació d'acetat i AGV
1986	August Serra i Ferrer	Separació etanol-aigua
1986	<i>Francesc Gòdia i Casablanca</i>	Fermentació alcohòlica
1988	<i>Glòria González i Anadón</i>	Hidròlisi enzimàtica de palla
1987	<i>Núria Bonastre i Gilbert</i>	Tractament anaerobi dels purins de porc
1988	<i>Javier Lafuente i Sancho</i>	Modelització de la qualitat de les aigües
1988	<i>Dolors Benaiges i Massa</i>	Producció de ribonucleòtids
1989	<i>Margarita Camprubí i Vila</i>	Tractament anaerobi dels purins de porc
1989	<i>Jordi Cairó i Badillo</i>	Aïllament de bacteris metanògens
1990	<i>Francisco Valero i Barranco</i>	Producció de lipases
1990	<i>Enric Ibáñez i Noya</i>	Filtre anaerobi (pilot)

(Les tesis en cursiva han estat dirigides o codirigides per doctors formats al Departament)

L'aposta va ser valenta, arriscada i, en vista dels resultats, molt afortunada. El Departament estava preparat, anímicament, per al gran impuls que rebria la investigació a la dècada de 1980. S'estava gestant el Pla Nacional d'Investigació, que va ser aprovat el 1988, tot i que prèviament es van llançar unes iniciatives destinades a crear impac-

te i jo diria a assajar el model. Entre elles, el 1985 es va aprovar el Pla Mobilitzador de Biotecnologia, que va suposar un impuls definitiu al Departament perquè era l'únic a Espanya amb una orientació cap a l'enginyeria bioquímica. Les excel·lents relacions, d'altra banda, entre Carles Solà i Armand Albert, que liderava la iniciativa, van facilitar molt la implantació. Va ser una oportunitat única i molt ben aprofitada per consolidar la posició del Departament també a escala internacional.

Avui el Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental (figura 8), que el 2015 va adoptar aquesta denominació molt encertadament, està format per una trentena d'entusiastes professors que dirigeixen cinc línies de treball en què participen més de cent investigadors. Cinc línies que deriven directament de la concepció inicial, encara que, lògicament, amb diferents formulacions i reptes, que inclouen els aspectes tecnològics per al tractament i la recuperació d'aigües, sòls i residus, el desenvolupament de bioprocessos per a la indústria química, farmacèutica i de biomedicina, així com importants accions en l'àrea de la gestió ambiental. Apareixen, per tant, noves paraules, com ara *cultius cel·lulars*, *ecologia industrial*, *agricultura urbana*, *enginyeria metabòlica* o *biologia sintètica*. En resum, el desenvolupament de processos biotecnològics continua sent la gran senya d'identitat.



Figura 8. Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental de la UAB (2022)

El Departament, amb una integració internacional rellevant, realitza investigacions d'impacte, lidera projectes nacionals i internacionals i pot presumir d'un gran índex d'impacte, h de 150. Ha mantingut l'interès per combinar l'estudi d'aspectes més bàsics amb la transferència de tecnologia comptant amb elements tan valuosos com la planta pilot de fermentació, les plantes pilot d'enginyeria ambiental i la planta pilot Melissa de l'Agència Espacial Europea. Cal destacar també la generació de empreses sorgides directament del coneixement i de les iniciatives dels professors. En conjunt, un resultat brillant, així que els felicito individualment i col·lectivament. Estic molt satisfet d'aquest gran èxit.

Començar de nou

Les expectatives al Departament eren extraordinàries i la vida personal i familiar, senzillament feliç. I vet aquí que sorgeix, potser, l'última oportunitat de tornar a la meua universitat d'origen, atès que era l'última plaça on es possibilitava una certa mobilitat. Les convocatòries següents es regirien per la nova llei, en què sobretot era prioritari formar part de la pròpia plantilla. I em vaig decidir a intentar-ho per raons principalment familiars, ja que volíem gaudir dels nostres pares i donar-los suport en una etapa ja avançada de les seves vides. Però també, i permeteu-me la immodèstia, per poder contribuir al desenvolupament de Galícia i de la seva Universitat.

Em vaig trobar, en tornar l'any 1985 a la Universidade de Santiago de Compostela, un departament amb una estructura i funcionament molt tradicionals, amb línies de treball clàssiques d'enginyeria química i sense tradició en recerca a l'àrea de bioprocessos. En realitat, jo pretenia, en la mesura del possible, reproduir en un altre ambient i sota altres circumstàncies ben diferents el que ja havia après i viscut a Bellaterra. I també vaig llançar dues línies de treball: una en el camp de la fermentació i els tractaments enzimàtics i una altra en l'àrea

dels bioprocessos ambientals, amb una col·laboració molt estreta amb María José Núñez i Ramón Méndez Pampín.

En certa manera, la història es repetia, aleshores amb més experiència, i vam aconseguir finançament d'empreses i de l'Administració prèviament a l'aprovació dels nostres primers projectes del pla nacional i posteriorment europeus. Vam crear, així, el Grup de Biotecnologia Ambiental e Bioprosesos (Biogroup) amb uns principis de funcionament molt similars als que ja havia experimentat i amb uns valors que servissin de base per a una convivència duradora i satisfactòria: corresponsabilitat, il·lusió, desenvolupament personal i ambició científica. De mica en mica, vam anar donant forma al projecte ajudant-nos amb noves eines d'organització i formulant i aplicant un pla estratègic i tallers variats per al desenvolupament de capacitats personals. Preteníem crear un grup on tots se sentissin líders en el seu treball, on la paraula clau fos *cooperació* i on el lema fos «un grup, diversos equips», intentant encaixar cadascun dels membres en els àmbits de les seves millors capacitats i competències.

Avui el Biogroup està format per quinze professors, cinc tècnics i uns cinquanta investigadors il·lusionats i compromesos (figura 9). Un grup on s'han format més de cent vint doctorands que avui ocupen llocs de responsabilitat en vint-i-una universitats, centres de recerca i empreses d'onze països a l'Amèrica del Nord, Àsia, Europa i Llatinoamèrica. Em sento molt orgullós del fet que sis dels meus doctorands siguin reconeguts entre els científics més influents a escala mundial a la llista de la Universitat de Stanford. Biogroup ha mantingut, igual que el grup de Bellaterra, una doble preocupació per avançar en el coneixement i per cercar solucions reals a problemes reals. Ha desenvolupat vint-i-cinc patents espanyoles, europees o internacionals, diverses de les quals estan llicenciades a empreses i a explotació comercial. L'expressió *planta pilot* també forma part del nostre diccionari.



Figura 9. Grupo de Biotecnología Ambiental (Biogroup), 2022

Biogroup és la columna principal de CRETUS, una organització interdisciplinària que constitueix un dels cinc centres singulars de la Universitat de Santiago de Compostel·la, amb quaranta IP que desenvolupen una gran activitat investigadora i que publiquen un article a revistes internacionals cada dia laborable de l'any, que presenten una tesi doctoral cada dues setmanes, i que aconseguen un finançament anual de més de 3,5 milions d'euros en projectes espanyols i europeus, amb unes relacions ben establertes amb empreses.

De l'enginyeria (bio)química a l'enginyeria biològica

Tal com he indicat abans, l'enginyeria bioquímica neix d'una necessitat concreta i, de mica en mica, va desenvolupant la seva pròpia personalitat, sempre sota els principis de les eines bàsiques de l'enginyeria química aplicades a problemes amb característiques pròpies (Bailey i Ollis, 1977). La cinètica microbiana o l'enzimàtica intenten modelar el comportament de les reaccions biològiques assumint-ne les especificitats (Purich i Allison, 1999). Alhora, els reactors bioquímics són concebuts per a processos amb cinètiques més lents, amb menors exigències en les transferències d'energia, però amb limitacions específiques.

ques originades per les peculiaritats de les reaccions biològiques, tals com el seu caràcter autocatalític i les limitacions degudes als fenòmens d'inhibició per producte o substrat —o tots dos— que resulten inèdits en el cas de les reaccions químiques més clàssiques. *Selectivitat* també és una paraula rellevant, ja que petites alteracions en les condicions operatives modifiquen l'espectre de productes obtinguts.

Els reactors es conceben com a recipients en què s'afavoreixen les condicions per forçar que els microorganismes desenvolupin la seva activitat en la línia que ens resulti més convenient. D'aquí, tot l'interès en el control de les condicions ambientals i en l'estudi d'estratègies d'operació, incloent-hi l'alimentació (Ravi *et al.*, 2027) i el control de l'operació (Bastin i Dochain, 1990). L'acoblament entre la reacció i la separació de productes es visualitza com una eina original per superar limitacions en la conversió i així poder millorar les velocitats de transformació.

Em sento molt orgullós d'haver pogut col·laborar com a autor de dos capítols en el llibre *Ingeniería bioquímica* (Gòdia *et al.*, 1998), juntament amb nou companys del Departament, a qui estic molt agraït; una obra amb orientació docent i que ha tingut una acollida molt bona a les universitats.

És natural que, partint d'una formació en enginyeria química, especialment en les primeres etapes de les investigacions, les nostres preguntes clau fossin dues: quant? i a quina velocitat?, preguntes relacionades amb el rendiment (Vicent *et al.*, 1985) i la cinètica dels processos (Aguilar *et al.*, 1995 i 1990), òbviament sempre tenint present la nostra gran eina dels balanços de matèria (Carballa *et al.*, 2004). No es para tanta atenció als actors causants de les transformacions desitjades i en el millor dels casos es tracta d'obtenir alguna informació recurrent a la microscòpia electrònica de rastreig, la qual, en realitat, era més aviat un element decoratiu. No obstant això, especialment en els sistemes basats en cultius mixtos, s'obté una informació indirecta

sobre l'eficiència i l'eficàcia mitjançant conceptes com l'activitat específica, sense entrar a analitzar en detall com s'assoleix (Soto *et al.*, 1993, Sánchez *et al.*, 2000).

Es proposen nous sistemes per incrementar la densitat cel·lular, com la immobilització (Nuñez i Lema, 1985; Feijoo *et al.*, 1995; Moreira *et al.*, 1997), i es proposen i avaluen nous tipus de reactors (Sanromán *et al.*, 1994; Moreira *et al.*, 1998; Garrido *et al.*, 2001; Mielgo *et al.*, 2001; López *et al.*, 2002; Mosquera-Corral *et al.*, 2003; Eibes *et al.*, 2007), incloent-hi equips a escala pilot industrial (Veiga *et al.*, 1994; Omil *et al.*, 1996). Tant en els processos productius com en aquells que procuren l'eliminació de compostos no desitjats es pretén assolir els millors rendiments i en el menor temps possible (Suárez *et al.*, 2010). A més, s'analitza detalladament la influència de les condicions operatives (Suárez *et al.*, 2008) i es plantegen estratègies de control avançat (Puñal *et al.*, 2002). El desenvolupament de tecnologies d'ADN recombinant va permetre, d'altra banda, incrementar productivitats i assolir capacitats de transformació que fins aquell moment eren impensables (Lu-Chao *et al.*, 2004).

Per respondre la pregunta qui?, l'aplicació de metodologies com la citometria de flux va permetre anar coneixent l'evolució de les característiques dels microorganismes i comprendre millor la modificació temporal de les respostes (Lu-Chau *et al.*, 2001). Però el gran salt es va produir després del desenvolupament de les tècniques de seqüenciament d'ADN i ARN i especialment quan es va aconseguir fer proves a preus molt competitiu. L'estudi de l'ecologia microbiana ara té una eina potent que permet interpretar les dinàmiques de cultius mixtos (Carballa *et al.*, 2015). La resposta obtinguda no és només útil per satisfer una curiositat, sinó que pot tenir repercussions directes sobre els objectius que es volen assolir (Vázquez-Padín *et al.*, 2010; Regueiro *et al.*, 2011).

I queda una important pregunta per contestar: per què tenen lloc aquestes transformacions? La resposta a aquesta pregunta tan com-

plexa i important requereix un coneixement molt millor de la biologia. En aquesta línia ha tingut una notable repercussió l'estudi de les complexes cadenes de reaccions bioquímiques mitjançant l'enginyeria metabòlica (Stephanopoulos *et al.*, 1998), que té com a objectiu l'optimització de processos genètics i reguladors per incentivar la producció dels compostos desitjats. La modelització matemàtica d'aquestes xarxes permet localitzar colls d'ampolla potencials que puguin ser alleugerits mitjançant enginyeria genètica i així aconseguir millors productivitats (Martínez-Monge *et al.*, 2019).

El concepte de cometabolisme aplicat a la biotransformació de compostos a escales de concentració tan baixes com ng/L pot ajudar a comprendre millor els processos i a trobar solucions per millorar l'eficàcia d'eliminació de micro i nano contaminants en aigües residuals (Fernández-Fontañá *et al.*, 2014; González-Gil *et al.*, 2017; Martínez-Quintela *et al.*, 2021).

No hi ha hagut tant d'interès en l'aproximació termodinàmica als processos biològics. En aquest sentit, al grup hem desenvolupat una metodologia per al modelatge metabòlic de processos fermentatius per a cultius mixts mitjançant el qual es pretén comprendre la dinàmica microbiana i com els factors ambientals poden modificar la selectivitat dels processos. El principi es basa a assumir que els processos que generin més energia en forma d'ATP seran predominants (Rodríguez *et al.*, 2008; González-Cabaleiro *et al.*, 2013). La metodologia s'ha aplicat amb èxit a predir el rendiment de processos anaerobis per a cultius mixts (González-Cabaleiro *et al.*, 2015) o la producció d'àcids grassos volàtils a partir d'hidrats de carboni i proteïnes (Regueira *et al.*, 2020).

També resulta d'interès l'aplicació conjunta de conceptes bàsics d'enginyeria química, com la cinètica i l'equilibri termodinàmic, per explicar per què alguns processos de biotransformació transcorren amb rendiments limitats, sense arribar a bioconversions completes fins i tot a temps d'operació molt llargs (González-Gil *et al.*, 2018).

D'altra banda, el desenvolupament de tècniques «òmiques», en particular de la proteòmica, permet també donar respostes encertades al comportament de microorganismes o de cultius mixts. Així, per exemple, hem pogut comprendre millor la biotransformació de l'antibiòtic sulfametoxazol en un cultiu mixt gràcies a la identificació d'alguns enzims clau (Kennes-Veiga, 2022) o aclarir que un únic microorganisme no és capaç de completar la seva mineralització perquè no té la maquinària enzimàtica suficient.

Aquest plantejament integral del quant?, a quina velocitat?, qui? i per què? suposa una visió molt més àmplia dels problemes considerats, que no només conté elements addicionals pel que fa a l'enginyeria bioquímica més tradicional, sinó que conceptualment és una aproximació holística enriquidora. Jo diria que és el moment de reivindicar una denominació clara que respongui a aquest concepte i que, segons el meu parer, no està prou acceptada: Enginyeria Biològica.

Pot semblar poc acadèmic prendre com a referència la *Wikipedia*, però he d'admetre que la seva definició em satisfà completament: «L'aplicació dels principis de la biologia i les eines de l'enginyeria per crear productes utilitzables, tangibles i econòmicament viables. L'enginyeria biològica utilitza coneixements i experiència d'una sèrie de ciències pures i aplicades, com ara la transferència de massa i calor, la cinètica, els biocatalitzadors, la biomecànica, la bioinformàtica, els processos de separació i purificació, el disseny de bioreactors, la ciència de superfícies, la mecànica de fluids, la termodinàmica i la ciència de polímers. S'utilitza en el disseny de dispositius mèdics, equips de diagnòstic i materials biocompatibles, en energies renovables, enginyeria ecològica, enginyeria agrícola, enginyeria de processos i catàlisi, i altres àrees que milloren el nivell de vida de les societats».

El concepte d'*enginyeria biològica* es pot interpretar de diferents maneres segons les circumstàncies i, per descomptat, a Espanya resulta molt poc freqüent. L'expressió més valenta és justament la denomi-

nació triada per al Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental de la UAB. Les universitats més prestigioses dels EUA han apostat ja fa molts anys per denominacions similars, la més freqüent *chemical and biological engineering*, mentre que a Europa s'ha actuat amb més prudència i només en alguns països com el Regne Unit i Portugal —on s'imparteixen graus i màsters amb orientacions no sempre similars— té un abast significatiu.

La UAB, sota l'impuls encertat del rector Carles Solà, va ser la primera universitat espanyola a visualitzar la necessitat dels estudis específics de biotecnologia i, en conseqüència, la primera a implantar-los com a títol propi el 2002. Va ser una decisió valenta que amb els anys va tenir un ampli suport en ser incorporada el 2005 al llavors anomenat «mapa de titulacions», que conferia caràcter oficial als estudis oferts per les universitats. Avui, la carrera de Biotecnologia s'imparteix a 33 universitats espanyoles (9 de privades) i té una gran demanda. La seva estructura i concepció basculen molt més cap a aspectes biològics bàsics que cap a una orientació més aplicada.

I ara, des d'aquesta tribuna privilegiada, m'atreveixo a suggerir una idea. Estic convençut que la UAB està en condicions òptimes per emprendre una nova iniciativa creant un títol d'Enginyeria Biològica, que seria nou al món universitari. Sota aquesta visió, els conceptes biològics servrien com a base sòlida per al desenvolupament dels *bioprocessos*, que seria la paraula clau (Bathia, 2013). Sens dubte, cobriria una demanda important en el camp de la recerca i la producció de compostos farmacèutics, alimentaris, biocombustibles, etc., i seria un signe distintiu de la UAB al mapa universitari espanyol i internacional.

Reflexions

En el temps de maduració d'aquest discurs, he pogut reflexionar sobre claus que considero importants per al desenvolupament d'una carrera científica, però que crec que són completament aplicables a la vida personal i familiar. Tractaré de condensar-les en tres paraules.

La primera és *il·lusió*. Tot projecte vital passa per moltes etapes, d'èxits i fracassos, d'alegries i disgustos. Una mentalitat positiva permet encarar millor les dificultats. La il·lusió és la palanca que facilita el desplaçament de la «zona de confort», una seriosa amenaça a la creativitat. Amb il·lusió es plantegen nous reptes que alimentin l'emoció i l'entusiasme i que siguin un revulsiu davant d'una posició acomodaticia que, finalment, resulta estèril.

La segona és *compromís*, un element fonamental. Significa constància i treball rigorós, el convenciment d'avançar per un camí encertat, encara que sempre reavaluant críticament l'evolució. Compromís és resiliència davant del fracàs. Compromís amb el rigor de la ciència.

I, sens dubte, la tercera és *equip*. Cal alimentar-lo amb tenacitat i afecte, amb generositat, en un ambient estimulants on prevalgui el factor humà, on cada un dels membres se senti respectat i reconegut, on es comparteixin lideratges i on es fomenti el creixement personal.

En aquest moment en què ja he recorregut una part molt important del meu cicle vital, tinc tant, tant, per agrair que no em resulta una tasca senzilla.

Per descomptat, a la meva família, la seva ajuda i comprensió. Han estat i són un suport imprescindible, una força motriu i un estímul inescapables. Als amics, diversos i necessaris, suports bàsics que ens connecten amb el conjunt de la societat i que saben estar amb nosaltres en els moments bons i dolents. Per descomptat, als «meus» grups

de recerca, de Bellaterra i de Santiago, amb els quals vaig compartit tantes il·lusions i projectes. M'omple de felicitat veure els seus grans desenvolupaments personals i professionals.

Em sento molt afortunat i agraeixo a la vida tantes alegries i satisfaccions, com la de poder compartir el dia d'avui amb vosaltres. Crec que en mi s'han complert els anhels que al seu dia sol·licitava el gran Ausiàs March quan deia: «Veles e vents han mos desigs complir, faent camins dubtosos per la mar».

Moltes gràcies.

Referències

- AFFEYAN, N. B.; COONEY, Ch. (2020). «Professor Daniel I. C. Wang: A Legacy of Education, Innovation, Publication, and Leadership». *Biotechnology and Bioengineering* 117 (12): 3.615-3.627.
- AGUILAR, A.; CASAS, C.; LAFUENTE, J.; LEMA, J. M. (1990). «Kinetic modelling of isomerization and anaerobic degradation of n- and i-butyrate». *Journal of Fermentation and Bioengineering* 69 (4): 261-264
- AGUILAR, A.; CASAS, C.; LEMA J. M. (1995). «Degradation of volatile fatty acids by differently enriched methanogenic cultures: kinetics and inhibition». *Water Research* 29 (2): 505-509.
- ALVARINO, T.; KOMESLI, O.; SUÁREZ, S.; LEMA, J.M.; OMIL, F. (2016). «The potential of the innovative SeMPAC process for enhancing the removal of recalcitrant organic micropollutants». *Journal of Hazardous Materials* 308: 29-36.
- AIBA, S.; HUMPHREY, A.; MILLIS, N. (1965). *Biochemical Engineering*. Academic Press.

-
- ALBERTY, R. (2003). *Thermodynamics of Biochemical Reactions*. J. Wiley.
- ARROJO, B.; MOSQUERA-CORRAL, A.; GARRIDO, J.M.; MÉNDEZ, R. (2004). «Aerobic granulation with industrial wastewater in sequencing batch reactors». *Water Research* 38 (14-15): 3.389-3.399.
- AUCEJO, A.; BENAIGES, M. D.; BERNA, A.; SANCHOTELLO, M.; SOLÀ, C. (1999). *Introducció a l'Enginyeria Química*. Pòrtic.
- BAILEY, J.; OLLIS, D.F. (1977). *Biochemical Engineering Fundamentals*. McGraw-Hill Inc.
- BASTIN, G.; DOCHAIN D. (1990). *On-line Estimation and Adaptive Control of Bioreactors*. Elsevier.
- BATHIA, S. (2013). «Biology as a basis for Biochemical Engineering». *Chemical Engineering Progress* 109 (7): 42-45.
- BIRD, R. E.; STEWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N. (1960). *Transport Phenomena*. Wiley.
- CARBALLA, M.; OMIL, F.; LEMA, J. M.; GÓMEZ, M.; TERNES, T. (2004). «Behavior of pharmaceuticals, cosmetics and hormones in a sewage treatment plant». *Water Research* 38 (12): 2.918-2.926.
- CARBALLA, M.; REGUEIRO, L.; LEMA, J. M. (2015). «Microbial management of anaerobic digestion. Exploiting the microbiome-functionality nexus». *Current Opinion in Biotechnology* 33: 103-111.
- DAPENA-MORA, A.; CAMPOS, J. L.; MOSQUERA-CORRAL, A.; JETTEN, M. S. M.; MÉNDEZ, R. (2004). «Stability of the ANAMMOX process in a gas-lift reactor and a SBR». *Water Research* 38 (14-15): 3.389-3.399.
- EIBES, G.; MOREIRA, M. T.; FEIJOO, G.; DAUGULIS, A. J.; LEMA, J. M. (2007). «Operation of a two-phase partitioning bioreactor for the oxidation of anthracene by the enzyme manganese peroxidase». *Chemosphere*, 66 (9): 1.744-1.751.
- FEIJOO, G.; DOSORETZ, C.; LEMA, J. M. (1995). «Production of lignin peroxidase by *Phanerochaete chrysosporium* in a packed

-
- bed bioreactor operated in semi-continuous mode». *Journal of Biotechnology* 42 (3): 247-253.
- FERNÁNDEZ-FONTAINA, E.; CARBALLA, M.; OMIL, F.; LEMA, J. M. (2014). «Modelling cometabolic biotransformation of organic micropollutants in nitrifying reactors». *Water Research* 65: 371-383.
- FINN, R. K. (1954). «Agitation-aeration in the laboratory and in industry». *Bacteriological Reviews* 18: 254-270.
- GARRIDO, J. M.; MÉNDEZ, R.; LEMA, J. M. (2001). «Simultaneous urea hydrolysis, formaldehyde removal and denitrification in a multi-fed upflow filter under anoxic and anaerobic conditions». *Water Research* 35 (3): 691-698.
- GÒDIA, F.; LÓPEZ-SANTÍN, J.; CASAS, C.; GONZÁLEZ-ANADÓN, G.; LAFUENTE, J.; MONTESINOS, J. L.; SOLÀ, C.; VALERO, F.; LEMA, J. M.; ROCA, E. (1998). *Ingeniería Bioquímica*. Síntesis.
- GONZÁLEZ-CABALEIRO, R.; LEMA, J. M.; RODRÍGUEZ, J.; KLEEREBEZEM, R. (2013). «Linking thermodynamics and kinetics to assess pathway reversibility in anaerobic bioprocesses». *Energy and Environmental Science* 6 (12): 3.780-3.789.
- GONZÁLEZ-CABALEIRO, R.; LEMA, J. M.; RODRÍGUEZ, J. (2015). «Metabolic energy-based modelling explains product yielding in anaerobic mixed culture fermentations». *PLoS ONE* 10 (5): e0126739
- GONZÁLEZ-GIL, L.; CARBALLA, M.; LEMA, J. M. (2017). «Cometabolic Enzymatic Transformation of Organic Micropollutants under Methanogenic Conditions». *Environmental Science and Technology* 51 (5): 2.963-2.971.
- GONZÁLEZ-GIL, L.; MAURICIO-IGLESIAS, M.; CARBALLA, M.; LEMA, J. M. (2018). «Why are organic micropollutants not fully biotransformed? A mechanistic modelling approach to anaerobic Systems». *Water Research* 142: 115-128.

-
- GRASSI, G.; DELMON, B.; MOLLE, J.-F.; ZIBETTA, H. (1987). *Biomass for energy and industry, 4th E. C. conference 1987*. Commission of the European Communities/Elsevier Applied Science.
- JUNGLES, M.K.; FIGUEROA, M.; MORALES, N.; MOSQUERA-CORRAL, A.; MÉNDEZ, R. (2011). «Start up of a pilot scale aerobic granular reactor for organic matter and nitrogen removal». *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 86 (5): 763-768.
- KATZEN, R.; TSAO, T. (2000) «A View of the History of Biochemical Engineering». *Advances in Biochemical Engineering/ Biotechnology*. Vol. 70. Springer.
- KENNES-VEIGA, D.; TRUEBA-SANTISO, A.; GALLARDO-GARAY, V.; BALBOA, S.; CARBALLA, M.; LEMA, J. M. (2022). «Sulfamethoxazole Enhances Specific Enzymatic Activities under Aerobic Heterotrophic Conditions: A Metaproteomic Approach». *Environmental Science and Technology* 56 (18): 13.152-13.159.
- KIRKELS, A. F. (2012). «Discursive shifts in energy from biomass: A 30 year European overview». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (6): 4.105-4.115.
- LEVENSPIEL, O. (1962). *Chemical Reaction Engineering*. Wiley.
- LÓPEZ, C.; MIELGO, I.; MOREIRA, M. T.; FEIJOO, G.; LEMA, J. M. (2002). «Enzymatic membrane reactors for biodegradation of recalcitrant compounds. Application to dye decolourisation». *Journal of Biotechnology* 99 (3): 249-257.
- LU-CHAU, T.; GUILLÁN, A.; ROCA, E.; NÚÑEZ, M. J.; LEMA, J. M. (2001). «Population dynamics of a continuous fermentation of recombinant *Sacharomyces cerevisiae* using flow cytometry». *Biotechnology Progress* 17 (5): 951-958.
- LU-CHAU, T. A.; GUILLÁN, A.; NÚÑEZ, M. J.; ROCA, E.; LEMA, J. M. (2004). «Anaerobic and aerobic continuous cultures of *Saccharomyces cerevisiae*: Comparison of plasmid stability and EXG1 gene expression». *Bioprocess and Biosystems Engineering* 26 (3): 159-163.

-
- MARTÍNEZ-MONGE, I.; ALBIOL, J.; LECINA, M.; SOLÀ, C.; CAIRÓ, J. J. (2019). «Metabolic flux balance analysis during lactate and glucose concomitant consumption in HEK293 cell cultures». *Biotechnology and Bioengineering* 116 (2): 388-404.
- MARTÍNEZ-QUINTELA, M.; ARIAS, A.; ALVARINO, T.; SUÁREZ, S.; GARRIDO, J. M.; OMIL, F. (2021). «Cometabolic removal of organic micro-pollutants by enriched nitrite-dependent anaerobic methane oxidizing cultures». *Journal of Hazardous Materials* 402: 123450.
- MIELGO, I.; MOREIRA, M. T.; FEIJOO, G.; LEMA, J. M. (2001). «A packed-bed fungal bioreactor for the continuous decolourisation of azo-dyes (Orange II)». *Journal of Biotechnology* 89 (2-3): 99-106.
- MORALEJO-GÁRATE, H.; KLEEREBEZEM, R.; MOSQUERA-CORRAL, A.; CAMPOS, J. L.; PALMEIRO-SÁNCHEZ, T.; VAN LOOSDRECHT, M. C. M. (2014). «Substrate versatility of polyhydroxyalkanoate producing glycerol grown bacterial enrichment culture». *Water Research* 66: 190-198.
- MOREIRA, M. T.; FEIJOO, G.; PALMA, C.; LEMA, J. M. (1997). «Continuous production of manganese peroxidase by *Phanerochaete chrysosporium* immobilized on polyurethane foam in a pulsed packed-bed bioreactor». *Biotechnology and Bioengineering* 56 (2): 130-137.
- (1998). «Strategies for the continuous production of ligninolytic enzymes in fixed and fluidised bed bioreactors». *Journal of Biotechnology* 66 (1): 27-39.
- MCCABE, B. J.; ECKENFELDER, W. W. JR. (1955). *Biological Treatment of Sewage and Industrial Wastes*. Reinhold.
- MOSQUERA-CORRAL, A.; CAMPOS, J. L.; SÁNCHEZ, M.; MÉNDEZ, R.; LEMA, J. M. (2003). «Combined system for biological removal of nitrogen and carbon from a fish cannery wastewater». *Journal of Environmental Engineering* 129 (9): 826-833.
- NÚÑEZ, M. J.; LEMA, J. M. (1987). «Cell immobilization: Application to alcohol production». *Enzyme and Microbial Technology* 9 (11): 642-651.

-
- OMIL, F.; MÉNDEZ, R.; LEMA, J. M. (1996). «Anaerobic treatment of seafood processing waste waters in an industrial anaerobic pilot plant». *Water SA* 22 (1): 173-181.
- PALZ, W.; CHARTIER, P.; CHARTIER, CH.; OAKLEY, D. (1980). *Energy from Biomass: 1st E.C. Conference: Proceedings of the International Conference on Biomass Held at Brighton, England, 4-7 November 1980*. Commission of the European Communities/Applied Science Publishers.
- PUÑAL, A.; ROCA, E.; LEMA, J. M. (2002). «An expert system for monitoring and diagnosis of anaerobic wastewater treatment plants». *Water Research* 36 (10): 2.656-2.666.
- PURICH, D.; ALLISON, R. (1999). *Handbook of Biochemical Kinetics*. Elsevier.
- RAVI, R.; VINU, R.; GUMMADI, S. N. (2017). *Coulson and Richardson's Chemical Engineering*. Volume 3A. *Chemical and Biochemical Reactors and Reaction Engineering*. Elsevier.
- REGUEIRA, A.; BEVILACQUA, R.; LEMA, J. M.; CARBALLA, M.; MAURICIO-IGLESIAS, M. (2020). «A metabolic model for targeted volatile fatty acids production by cofermentation of carbohydrates and proteins». *Bioresource Technology* 298: 122535.
- REGUEIRO, L.; VEIGA, P.; FIGUEROA, M.; ALONSO-GUTIÉRREZ, J.; STAMS, A. J. M.; LEMA, J. M.; CARBALLA, M. (2012) «Relationship between microbial activity and microbial community structure in six full-scale anaerobic digesters». *Microbiological Research* 167 (10): 581-589.
- ROIBÁS-ROZAS, A.; VAL DEL RÍO, A.; HOSPIDO, A.; MOSQUERA-CORRAL, A. (2021). «Strategies for the valorisation of a protein-rich saline waste stream into polyhydroxyalkanoates (PHA)». *Bioresource Technology* 334: 124964.
- RODRÍGUEZ, J.; LEMA, J. M.; KLEREBEZEEM, R. (2008). «Energy-based models for environmental biotechnology». *Trends in Biotechnology* 26 (7): 366-374.

-
- SÁNCHEZ, M.; MOSQUERA-CORRAL, A.; MÉNDEZ, R.; LEMA, J. M. (2000). «Simple methods for the determination of the denitrifying activity of sludges». *Bioresource Technology* 75 (1): 1-6.
- SÁNCHEZ, A.; BUNTNER, D.; GARRIDO, J. M. (2013). «Impact of methanogenic pre-treatment on the performance of an aerobic MBR system». *Water Research* 47 (3): 1.229-1.236.
- SANROMÁN, A.; ROCA, E.; NÚÑEZ, M. J.; LEMA, J. M. (1994). «A pulsing device for packed-bed bioreactors: II. Application to alcoholic fermentation». *Bioprocess Engineering* 10 (2): 75-81.
- SANTÍN, J. L.; SOLÁ, C.; LEMA, J. M. (1982). «Substrate and product inhibition significance in the kinetics of sucrose hydrolysis by invertase». *Biotechnology and Bioengineering* 24 (12): 2.721-2.724.
- SERRANO, D.; SUÁREZ, S.; LEMA, J. M.; OMIL, F. (2011). «Removal of persistent pharmaceutical micropollutants from sewage by addition of PAC in a sequential membrane bioreactor». *Water Research* 45 (16): 5.323-5.333.
- SILVA-TEIRA, A.; SÁNCHEZ, A.; BUNTNER, D.; RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, L.; GARRIDO, J. M. (2017). «Removal of dissolved methane and nitrogen from anaerobically treated effluents at low temperature by MBR post-treatment». *Chemical Engineering Journal* 326: 970-979.
- SOLÀ, C.; LEMA, J. M. (1980). *Química Técnica: Notas de clase*. Vol. 1. *Balances de materia, energía y cantidad de movimiento*. Vol. 2. *Introducción al estudio de los fenómenos de transporte*. UAB.
- SOTO, M.; MÉNDEZ, R.; LEMA, J. M. (1993). «Methanogenic and non-methanogenic activity tests. Theoretical basis and experimental set up». *Water Research* 27 (8): 1.361-1.376.
- STAFFORD, D. A.; WHEATLEY, B. I.; HUGHES, D. E. (1980). *Proceedings of 1st Anaerobic Digestion Conference*. Cardiff.
- STEPHANOPOULOS, G.; ARISTIDOU, A. A.; NIELSEN, J. (1998). *Metabolic Engineering: Principles and Methodologies*. Academic Press.

-
- STRUB, A.; CHARTIER, P.; SCHLESER, G. (1983). *Energy from biomass, 2nd E.C. conference 1982*. Commission of the European Communities/Applied Science Publishers.
- SUÁREZ S.; CARBALLA, M.; OMIL, F.; LEMA, J. M. (2008) «How are pharmaceutical and personal care products (PPCPs) removed from urban wastewaters?». *Reviews in Environmental Science and Biotechnology* 7 (2): 125-138.
- SUÁREZ, S.; LEMA, J. M.; OMIL, F. (2010). «Removal of pharmaceutical and personal care products (PPCPs) under nitrifying and denitrifying conditions». *Water Research* 44 (10): 3.214-3.224.
- VÁZQUEZ-PADÍN, J.; FERNÁNDEZ, I.; FIGUEROA, M.; MOSQUERA-CORRAL, A.; CAMPOS, J. L.; MÉNDEZ, R. (2009). «Applications of Anammox based processes to treat anaerobic digester supernatant at room temperature». *Bioresource Technology* 100: 2.988-2.994.
- VÁZQUEZ-PADÍN, J.; MOSQUERA-CORRAL, A.; CAMPOS, J. L.; MÉNDEZ, R.; REVSBECH, N. P. (2010). «Microbial community distribution and activity dynamics of granular biomass in a CANON reactor». *Water Research* 44 (15): 4.359-4.370.
- VEIGA, M. C.; MÉNDEZ, R.; LEMA, J. M. (1994). «Anaerobic filter and DSFF reactors in anaerobic treatment of tuna processing wastewater». *Water Science and Technology* 30 (12): 425-432.
- VICENT, T.; PARÍS, J. M.; IBÁÑEZ, E.; LEMA, J. M. (1985). «Thermophilic anaerobic treatment of an industrial wastewater: Startup and stability studies». *Biotechnology Bioengineering Symposium* 15: 599-609.
- WILKE, C. R. (1975). *Cellulose as a Chemical and Energy Resource. Cellulose conference proceedings, held under the auspices of the National Science Foundation, at the University of California at Berkeley, June 25-27, 1974*. Vol. 6. *Biotechnology and Bioengineering Symp.* Wiley & Sons.

CURRICULUM VITAE
DE JUAN MANUEL LEMA RODICIO

Juan Manuel Lema Rodicio

Catedràtic emèrit d'Enginyeria Química
Departament d'Enginyeria Química
Escola d'Enginyeria
Universitat de Santiago de Compostel·la (USC)

Formació

- Llicenciat en Química, especialitat de Química Industrial, Universitat de Santiago de Compostel·la (1971)
- Doctor en Ciències, Universitat de Santiago de Compostel·la (1975)

Indicadors de qualitat de la producció científica

- Tesis dirigides: 61
- Publicacions en revistes de l'ISI: 422
- Llibres internacionals: 2
- Capítols de llibre: 25
- Impacte de citacions normalitzat per camp (FWCI): 1,56

-
- Índex H: 72; Índex H-5: 19
 - Publicacions al Q1: 80 %; al D1: 60 %; dins de l'1 % més citat: 15 %
 - Citacions: 19.646; mitjana de citacions anuals (darrers 5 anys): 1.317 citacions/any
 - Citacions/article: 38,6
 - Patents: 20 (9 d'internacionals en diversos països, 11 a Espanya)
 - 4 patents llicenciades a empreses

Carrera docent

- Catedràtic emèrit d'Enginyeria Química, Univ. de Santiago de Compostel·la (2019-actualitat)
- Catedràtic d'Enginyeria Química, Univ. de Santiago de Compostel·la (1984-2019)
- Professor agregat d'Enginyeria Química, Univ. Autònoma de Barcelona (1983)
- Professor adjunt d'Enginyeria Química, Univ. Autònoma de Barcelona (1976-1983)
- Professor adjunt contractat d'Enginyeria Química, Univ. de Santiago de Compostel·la (1975)
- Professor ajudant, Univ. de Santiago de Compostel·la (1972-1975)

Càrrecs de gestió universitària

- Promotor de l'agrupació estratègica Cross-disciplinary Research in Environmental Technologies (CRETUS) (2015-2020)
- Promotor i primer president de la Conferència Espanyola de Directors i Degans d'Enginyeria Química (CODDIQ) (2008-2012)
- Promotor i primer director de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de la USC (2001-2012)
- Promotor i primer director del màster d'Enginyeria Ambiental de la USC (2001-2006)
- Director del Departament d'Enginyeria Química de la USC (1991-2000)
- Promotor i primer director del Centre de Transferència de Tecnologia (CTT) de la USC (1989-1990)
- Director del Departament d'Enginyeria Química de la UAB (1981-1983)
- Promotor i coordinador del grup de recerca en Biotecnologia Ambiental (1984-2019)

Camps de recerca actuals

- (Co)digestió anaeròbia d'aigües residuals i residus
- Eliminació de microcontaminants orgànics d'aigües residuals
- Biorefineria: àcids grassos volàtils (VFA) i producció de bioplàstics

Projectes de recerca i contractes

- Més de 17 milions d'euros recaptats per a la recerca
- 26 projectes europeus (H2020, PM, LIFE, ITN...)
- 35 projectes espanyols
- 13 projectes gallecs
- Coordinador del projecte Novedar Consolidar, amb 10 grups espanyols i 2 de neerlandesos
- 10 contractes rellevants amb empreses (de més de 100.000 €)
- 12 projectes de cooperació amb Alemanya, l'Índia, Israel, Itàlia, Mèxic, Portugal i Xile

Xarxes de recerca

- Coordinador del COST Action ES1202 «Conceiving Wastewater treatment in 2020» (Water 2020), amb 165 investigadors de 32 països (2012-2016)
- Coordinador de la xarxa Novedar Network (2015-2018)
- Coordinador de la xarxa REGATA (Rede Galega de Tecnoloxías Ambientais), amb 17 grups de 3 universitats de Galícia (2015-2018)
- Representant d'Espanya en 3 COST Actions (UE) i 2 projectes CYTED

Desenvolupament industrial

- Ha transferit tecnologia a diverses empreses perquè implementessin a escala real les solucions aplicades a l'eliminació de microcontami-

nants, a la recuperació d'aigües i al control i l'optimització de (co) digestors anaerobis.

Premis i reconeixements

- 2000-2023 Conferenciant convidat a impartir conferències plenàries en 18 congressos internacionals al Brasil, Colòmbia, Corea del Sud, Espanya, Itàlia, els Països Baixos, Portugal, el Regne Unit, Turquia, la Xina i Xile
- 2022 *Distinguished fellow* de la International Water Association (IWA)
- 2021 Doctor *honoris causa* per la Universitat de Valladolid
- 2021 Doctor *honoris causa* per la Universitat Politècnica de Milà (Itàlia)
- 2019 President de la Reial Acadèmia Gallega de Ciències
- 2018 Professor honorífic de la Universitat de Queensland (Austràlia)
- 2016 Acadèmic de la Reial Acadèmia Gallega de Ciències
- 2015 Doctor *honoris causa* per la Pontifícia Universitat Catòlica de Valparaíso (Xile)
- 2014 *Fellow* de la International Water Association (IWA)
- 2013 Insígnia d'or de la Universitat de Santiago de Compostel·la
- 2011 Premi Martínez Moreno (Fundación García-Cabrerizo), Madrid
- 2010 Medalla d'or d'Enginyeria Química de la Universitat de Valladolid
- 1999 Premi a la innovació científica de la Fundació Babcock, Bilbao
- 1993 III Premi Europeu a l'Aplicació Industrial d'Enzims, Barcelona
- 1989 Premi Ingeniero Comerma, el Ferrol

Presidència de congressos científics

- 2021 Copresident de la 12a Micropol & Ecohazard Conference. Santiago de Compostel·la
- 2016 Copresident de la 13a IWA Leading Edge Technology Conference. Jerez de la Frontera
- 2016 President honorífic d'Ecotechnologies for Wastewater Treatment. Cambridge
- 2013 President honorífic d'Ecotechnologies for Wastewater Treatment. Verona
- 2013 President del XIII World Congress on Anaerobic Digestion. Santiago de Compostel·la
- 2012 President d'Ecotechnologies for Wastewater Treatment. Santiago de Compostel·la

Activitats d'emprenedoria

Promotor i membre de la Junta de VIRATEC (Clúster Gallec de Solucions Ambientals i Economia Circular) (2020-actualitat)

Promotor i soci de 3R Ingeniería Ambiental, una empresa derivada (*spin-off*) de la USC (2002-2013)

Promotor i soci d'iCODA, una empresa derivada (*spin-off*) de la USC (2018-actualitat)

Publicacions (*selecció dels darrers cinc anys*)

- Castro-Fernández A., Taboada-Santos A., Balboa S. and Lema J.M. (2023) «Thermal hydrolysis pre-treatment has no positive influence

-
- on volatile fatty acids production from sewage sludge». *Bioresource Technology*, 376, 128839.
- González-Gil L., Carballa M. and Lema, J.M. (2023). «Fate of Emerging Pollutants During Anaerobic Digestion of Sewage Sludge». *Handbook of Environmental Chemistry*, 114: 225–242.
 - Kennes-Veiga D.M., González-Gil L., Carballa M. and Lema, J.M. (2022). «Enzymatic cometabolic biotransformation of organic micropollutants in wastewater treatment plants: A review». *Bioresource Technology*, 344, 126291.
 - Bevilacqua R., Regueira A., Mauricio-Iglesias M., Lema J.M. and Carballa, M. (2022). «Chain elongation may occur in protein mixed-culture fermentation without supplementing electron donor compounds». *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(1), 106943.
 - Balboa, S. Mauricio-Iglesias, M., Rodríguez, S., Martínez-Lamas, L., Vasallo, F.J. , Regueiro, B. and Lema, J.M. (2021) «The fate of SARS-COV-2 in WWTPS points out the sludge line as a suitable spot for detection of COVID-19». *Science of the Total Environment*, 772: 145268.
 - González-Gil, L., Fernández-Fontaina, E., Singh, R.R., Lema, J.M., Carballa M. and Aga, D.S. (2021) «Feeding composition and sludge retention time both affect (co-)metabolic biotransformation of pharmaceutical compounds in activated sludge systems». *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(2): 105123.
 - Regueira, A., Bevilacqua, R., Mauricio-Iglesias, M., Carballa, M., Lema, J.M. (2021). «Kinetic and stoichiometric model for the computer-aided design of protein fermentation into volatile fatty acids». *Chemical Engineering Journal*, 2021, 406, 126835.
 - Regueira, A., Lema, J.M., Mauricio-Iglesias, M. (2021). «Microbial inefficient substrate use through the perspective of resource allocation models». *Current Opinion in Biotechnology*, 2021, 67, pp. 130–140.

-
- Kennes-Veiga, D.M., González-Gil, L., Carballa, M., Lema, J.M. (2021). «The organic loading rate affects organic micropollutants' cometabolic biotransformation kinetics under heterotrophic conditions in activated sludge». *Water Research*, 189, 116587.
 - Regueira, A., Rombouts, J.L., Wahl, S.A., Mauricio-Iglesias, M., Lema, J.M. and Kleerebezem, R (2021). «Resource allocation explains lactic acid production in mixed-culture anaerobic fermentations». *Biotechnology and Bioengineering*, 118(2), pp. 745–758.
 - Fernández-González, N., Braz, G.H.R., Regueiro, L., Lema, J.M., Carballa, M. (2021). «Microbial invasions in sludge anaerobic digesters» *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105(1), pp. 21–33.
 - Bevilacqua, R., Regueira, A., Mauricio-Iglesias, M., Lema, J.M., Carballa, M. (2021). «Steering the conversion of protein residues to volatile fatty acids by adjusting pH». *Bioresource Technology*, 320, 124315.
 - González-Peñas, H., Lu-Chau, T.A., Eibes, G., Lema, J.M. (2020). «Energy requirements and economics of acetone–butanol–ethanol (ABE) extractive fermentation: a solvent-based comparative assessment». *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 43(12), pp. 2269–2281.
 - Gómez-Román, C., Lima, L., Vila-Tojo, S., Lema, J.M., Sabucedo, J.M. (2020) «Who Cares?: The Acceptance of Decentralized Wastewater Systems in Regions without Water Problems». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), pp. 1–16, 9060
 - Capson-Tojo, G., Batstone, D.J., Grassino, M., Vlaeminck, S.E., Puyol, D., Verstraete, W., Kleerebezem, R., Oehmen, A., Ghimire, A., Pikaar, I., Lema, J.M., Hülsen, T. (2020). «Purple phototrophic bacteria for resource recovery: Challenges and Opportunities». *Biotechnology Advances*, 43: 107567.

-
- Taboada-Santos, A., Behera, C.R., Sin, G., Gernaey, K.V., Mauricio-Iglesias, M., Carballa, M., Lema, J.M. (2020). Assessment of the fate of organic micropollutants in novel wastewater treatment plant configurations through an empirical mechanistic model. *Science of the Total Environment*, 716: 137079.
 - Bevilacqua, R., Regueira, A., Mauricio-Iglesias, M., Lema, J.M., Carballa, M. «Protein composition determines the preferential consumption of amino acids during anaerobic mixed-culture fermentation». *Water Research* (183): 115958.
 - Carneiro, R.B., González-Gil, L., Londoño, Y.A., Zaiat, M., Carballa, M., Lema, J.M. Acidogenesis is a key step in the anaerobic biotransformation of organic micropollutants. *Journal of Hazardous Materials*, 389: 121888.
 - A. Taboada, E. Rivadulla, L. Paredes, M. Carballa and J.M. Lema (2020). «Comprehensive comparison of chemically enhanced primary treatment and high-rate activated sludge in novel wastewater treatment plant configurations». *Water Research* 169:15258.
 - A. Regueira, R. Bevilacqua, J.M. Lema, M. Carballa and M. Mauricio (2020). «A metabolic model for targeted volatile fatty acids production by cofermentation of carbohydrates and proteins». *Biore-source Technology* 298:122535.
 - Regueira, M. Carballa, J.M. Lema and M. Mauricio (2020). «Metabolic modeling for predicting VFA production from protein-rich substrates by mixed cultures fermentation». *Biotechnology & Bioengineering* 117(1), 73:84.
 - L. González-Gil, M. Carballa, P.F-x Corvini and J.M. Lema (2019). «Reversibility of enzymatic reactions might limit biotransformation of organic micropollutants». *Science of the Total Environment*, 665, 574:578.
 - L. González-Gil, D. Krah, A.K. Gathas, M. Carballa, A. Wick, L. Helmholz, J.M. Lema and T. Ternes (2019). «Biotransformation of

-
- organic micropollutants by anaerobic sludge enzymes». *Water Research* 152, 202:214.
- L. González-Gil, M. Carballa and J.M. Lema (2019). «Why are organic micropollutants not fully biotransformed? A mechanistic modelling approach to anaerobic systems». *Science of the Total Environment*, 574:578.
 - G. Rodríguez-Braz, N. Fernández, J.M. Lema and M. Carballa (2019). «The time response of anaerobic digestion microbiome during an organic loading rate shock». *Chemosphere* 323:342.
 - A.Taboada, N.Morales, J.R. Vázquez-Padín, R. Gutiérrez, M. Carballa and J.M. Lema (2019). «An optimised control system to steer the transition from anaerobic mono- to co-digestion in full scale plants». *Environ.Water Research Science& Technology*.
 - G. Rodríguez-Braz, N. Fernández, J.M. Lema and M. Carballa (2018). «The time response of anaerobic digestion microbiome during an organic loading rate shock». *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 10.285:10297.
 - Regueira, R González-Cabaleiro, D. Ofiteru, J. Rodríguez and J. M. Lema (2018). «Electron bifurcation mechanism and homocetogenesis explain products yields in mixed culture anaerobic fermentations». *Water Research*, 349:356.
 - S. Longo, A. Hospido, J.M. Lema and M. Mauricio (2018). «A systematic methodology for the robust quantification of energy efficiency at wastewater treatment plant featuring data envelopment analysis». *Water Research*, 317:318.
 - L. González-Gil, M. Mauricio, M. Carballa and J.M. Lema (2018). «Why are organic micropollutants not fully biotransformed? A mechanistic modelling approach to anaerobic systems». *Water Research*, 116:128.
 - L. González-Gil, M. Mauricio, D. Serrano, J.M. Lema and M. Carballa (2018). «Role of methanogenesis on the transformation of or-

-
- ganic micropollutants during anaerobic digestion». *Science of the Total Environment*. 459:466.
- T. Alvariño, S. Suárez, J.M. Lema and F. Omil (2018). «Understanding the sorption and biotransformation of organic micropollutants in innovative wastewater treatment technologies». *Science of the Total Environment*, 297:306.
 - Pedizzi, J.M. Lema and M. Carballa (2018). «Enhancing thermophilic co-digestion of nitrogen-rich substrates by air-side stream stripping». *Bioresource Technology* (241): 397-405.
 - Rodríguez-Verde, L. Regueiro, J.M. Lema and M. Carballa (2018). «Blending based optimisation and pretreatment strategies to enhance anaerobic digestion of poultry manure». *Waste Management*, 71, 521:531.

Projectes (*selecció dels darrers cinc anys*)

- Bio-reciclado enzimático de PET. (PETEnzyme) *Spanish Program of S&T*. Budget: 189.750€. IP: Gemma Eibes and J.M. Martinez-Costas (2022-2024).
- Diseño tecno-ambiental de una plataforma de biorrefinería, mediante modelos matemáticos, para valorizar residuos agroalimentarios en ácidos grasos volátiles de cadena impar (Oddities). *Spanish Program of S&T*. Budget: 193.775€ (2022-24). IP: Marta Carballa and M. Mauricio.
- Potential of decentralized wastewater treatment for preventing the spread of antibiotic resistance, organic micropollutants, pathogens and viruses (Presage). (JPI Aquatic Pollutants). Budget: 200.000€. IP: Francisco Omil & Juan M. Garrido (2021-24).
- Engineering microbial communities for the conversion of lignocellulose into medium-chain carboxylates (CellforChem) (ERA-Co-BioTech) (2021-24). Budget: 150.000€. IP: Marta Carballa.

-
- Biopelículas bacterianas degradadoras de microplásticos en fangos activos. Spanish Program of S&T. (2021-23). Budget: 157.300€. IP: Sabela Balboa.
 - Análisis integrado del desarrollo de resistencias a antibióticos y biotransformación de microcontaminantes en tecnologías innovadoras de tratamiento de aguas residuales (Antares). *Spanish Program of S&T* (2020-23). Budget: 227.480€. IP: Francisco Omil & Marta Carballa.
 - Management, coordination and valorization strategies of sludge and organic waste in the SUDOE region (ECOVAL). *Interreg Sudo* (2020-2023). Budget: 130.000€. IP: Marta Carballa 2014-2020.
 - Analysis of antibiotic resistance and antibiotic biotransformation in innovative plant layouts promoting recovery of carbon in the main-stream and sludge line (ANTARES). *Spanish Program of S&T*. (2020-23). Budget: 227.000€. IP: F. Omil and M. Carballa.
 - Recovery and Utilization of nutrients for low impact fertilizer. (RunxLife) *Horizon 2020, Circular Economy*. (2017-2021). 527.125€. IP: Juan M. Lema.
 - Unlocking the potential of Sustainable Biodegradable Packaging (USABLE Packaging). *Horizon 2020, BBI-JTI*. (2018-2021). 527.125€. IP: Almudena Hospido.
 - Joint PhD Laboratory for New Materials and Inventive Water Treatment Technologies (NOWELTIES). *Horizon 2020 Programme MSCA-ITN-EJD* (2020-23). IP: F. Omil.
 - The Potential of Innovative Technologies to Improve Sustainability of Sewage Treatment Plants. *EU Program WaterWorks* (2016-2019). 180.524€. IP: Juan M. Lema.
 - Fate and Effect of Engineered Nanoparticles in Wastewater Treatment Plants. NanoWater. *GAIN, Xunta de Galicia* (2015-2017). 135.000€. IP: Juan M. Lema.

-
- Integrated anaerobic system for wastewater reclamation at ambient temperature in European climates (SIAMEC). *EU. Program LIFE* (2015-2017) 368.779€. IP: Juan M. Garrido.
 - Reducing the pressure of fish canneries on the marine environment with novel effluent treatment and ecosystem monitoring (SEA-CAN). *EU LIFE* (2015-2017).372.868€. IP: Anuska Mosquera.
 - Conceiving Wastewater Treatment in 2020. Energetic, environmental and economic challenges EU. Cost Action (ES-1202). (01.10.2012-01.10.2016). Budget: 650.000 € IP: Juan M. Lema.
 - Green fertilizer upcycling from manure: Technological, economic and environmental sustainability demonstration. *European Commission. FP7 (ENV.213.6.3-2)*, (01.11.2013-31.10.2016). 310.528€. IP: Marta Carballa.
 - Reduced GREENhouse gas emissions and sustainable wastewater treatment by integrated Control and Operational STRategies (GREENCOST). *European Research Council - Marie Curie* (2015-2017). 130.722€. IP: Juan M. Lema.

Contractes amb empreses (*selecció dels darrers cinc anys*)

- Valorización de residuos orgánicos con control avanzado y monitorización óptica (Romeo). Co-digestión con valorización de nitrógeno y biogás. Roca-Roibas (2016-2018) 65.785€. IP: Juan M. Lema/Marta Carballa. FCC-Aqualia. (2016-18). 78.119€. IP: Juan M. Lema/Marta Carballa.
- Desarrollo de tecnología para la optimización de la co-digestión anaerobia de residuos «CoWare». Espina Obras Hidráulicas. (07.07.2014-30.06.2015). 105.553,94 €. IP: Juan M. Lema.
- Nuevas tecnologías para la detección y eliminación de microcontaminantes emergentes en aguas residuales (DEMAGUA). Espi-

-
- na Obras Hidráulicas, Viaqua y ASM. (09.10.2013-31.12.2014). 240.000€. IPs: J.M. Garrido, F. Omil y J.M. Lema.
- Evaluate the feasibility of an in-situ liquid-liquid extraction coupled to a C4 alcohol fermentation system. IFP Energies Nouvelles. 2011/CL605. (01.10.2011-30.09.2012). 52.000€. IP: Juan M. Lema.
 - BIOSOS-Biorefinería Sostenible: Desarrollo de un proceso de pre-tratamiento biológico para la producción de etanol. Abengoa Bioenergía Nuevas Tecnologías, S.A. (01.04.2010-31.12.2012). Importe: 320.000€. IP: Juan M.Lema.

Patents llicenciades a empreses

- J.M. Lema, J.- Rodríguez y S. García-Gen (2016). «Computer program procedure and product for the control of anaerobic codigesters». Llicenciada a ICODA (2018).
- J.M. Garrido, D. Buntner, A. Sánchez, J.M. Lema (2014). «Sistema integrado de reactor anaerobio metanogénico y biorreactor de membranas para la eliminación de materia orgánica y nitrógeno en aguas residuales». Of. Española de Patentes y Marcas. Pat. N° ES 2 401 445 B2 de 20.01.2014. Llicenciada a SUEZ (2017).
- D. Serrano, F. Omil, S. Suárez, J.M. Lema (2012). «Proceso para la eliminación de productos farmacéuticos presentes en aguas residuales». Of. Española de Patentes y Marcas. Pat. N° ES 2 362 298 B2 de 06.02.2012. Llicenciada a SUEZ (2014).

Acord 21/2022, de 15 de març, del Consell de Govern

Vista la petició formulada per la Direcció de l'Escola d'Enginyeria i l'acord de la Junta Permanent de l'Escola de data 9 de juliol de 2021, pel qual se sol·licita al Consell de Govern el nomenament del doctor Juan Manuel Lema Rodicio com a doctor *honoris causa* de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Atès que, tant del currículum del candidat com de la documentació referent als seus mèrits i de les circumstàncies que concorren, queda acreditat que la seva activitat en el camp de la docència i de la recerca el fan mereixedor d'obtenir la distinció de doctor *honoris causa* de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Atès que la normativa que regula el procediment per a l'atorgament del títol de doctor *honoris causa* aprovada pel Consell de Govern en data 26 de maig de 2004 en el seu article 5.2 estableix que el Consell de Govern podrà atorgar un nomenament cada dos anys a la Facultat de Ciències, a la Facultat de Filosofia i Lletres i a la Facultat de Medicina, i un nomenament cada quatre anys a cadascun dels centres restants.

Atès que la proposta de l'Escola d'Enginyeria compleix els requisits exigits a la normativa abans esmentada.

Per tot això, a la vista de les consideracions anteriors, a proposta de la Junta Permanent de l'Escola d'Enginyeria, el Consell de Govern ha adoptat els següents

ACORDS:

PRIMER: Nomenar el doctor Juan Manuel Lema Rodicio doctor *honoris causa* de la UAB.

SEGON: Encarregar a la secretària general l'execució i el seguiment d'aquest acord.

TERCER: Comunicar el present acord a l'Escola d'Enginyeria.