

# Honoris CAUSA



**Damià Barceló**

*HONORIS CAUSA*

INVESTIDURA COM A DOCTOR

*HONORIS CAUSA DEL SENYOR*

DAMIÀ BARCELÓ CULLERÉS



**Universitat de Lleida**

Recull de les intervencions i lliçons pronunciades en l'acte d'investidura com a doctor *honoris causa* de la Universitat de Lleida del doctor Damià Barceló Cullerés, que es va fer a l'Auditori del Centre de Cultures del Campus de Cappont, el dia 23 de juny de 2021.

© Edicions de la Universitat de Lleida, 2021

**Disseny i maquetació:** cat & cas / Edicions i Publicacions de la UdL

**Fotografia de portada:** Audiovisuals de la UdL

*Per a més informació, visiteu la web de la Universitat de Lleida*

## ÍNDIX

Salutació	
Dr. Jaume Puy Llorens	6
<i>Laudatio</i>	
Dr. Ramon J. Batalla Villanueva	8
Acte de doctorat <i>honoris causa</i>	
Dr. Damià Barceló Cullerés	14
Discurs de cloenda	
Dr. Jaume Puy Llorens	31

# SALUTACIÓ

DR. JAUME PUY LLORENS

Bon dia,

Secretària General de la Universitat de Lleida, president del Consell Social de la Universitat de Lleida, rector Jaume Porta, rector Roberto Fernández, señor Enrique Playán, director de l'Agència Estatal de Investigació, digníssimes autoritats, membres de la comunitat universitària, senyores i senyors.

Benvinguts a l'acte d'investidura del senyor Damià Barceló com a doctor *honoris causa* per la Universitat de Lleida.

La importància i el valor que la universitat dona a aquest nomenament, que és el més alt honor que aquesta institució concedeix, es posa de manifest en la solemnitat d'aquest acte, marcat per un ritual antic i d'un alt valor simbòlic.

*LAUDATIO*

DR. RAMON J. BATALLA VILLANUEVA



Magnífic Rector de la Universitat de Lleida, Dr. Jaume Puy, vicerectors i autoritats acadèmiques, membres de la comunitat universitària, familiars i amics del professor Damià Barceló.

Deixeu-me dir, en primer lloc, que és un honor poder exercir com a padrí en aquest acte en el qual la Universitat de Lleida investirà *honoris causa* el professor Barceló.

Moltes gràcies al rector de la Universitat de Lleida, Dr. Jaume Puy, per haver-me encarregat aquesta tasca, que repeteixo que és un honor. Sincerament em va fer molta il·lusió que penséssiu en mi i, com recordareu, no vaig trigar gaire a acceptar (i a fer-ho saber als companys i amics). Aprofito aquest moment per donar-vos les gràcies públicament pel suport que des de sempre heu donat a la meva tasca i a la del meu grup, especialment pel vistiplau i el suport per poder fer la feina a l'Institut Català de Recerca de l'Aigua, l'ICRA, des de ja fa 10 anys.

I també moltes gràcies i enhorabona per aquest nomenament al professor Barceló. Més endavant ressaltaré algunes coses sobre la seva trajectòria científica (poques i seleccionades, perquè dispenso de pocs minuts); però abans de glossar la seva figura, com deia, li vull donar les gràcies per haver-me ofert l'oportunitat de treballar amb ell, a mi i als diferents membres del grup de recerca RIUS.

Era l'estiu del 2008 quan es començava a preparar el projecte SCARCE Consolider titulat *Assessing and predicting effects on water quantity and quality in Iberian rivers caused by global change*, que tractava dels efectes d'una sèrie d'estressors sobre l'estat ecològic dels rius de diverses conques de drenatge a la península Ibèrica. En aquella època, ja es coneixia sobradament la importància de l'estat físic i dels processos físics relacionats amb el moviment i la circulació de l'aigua, la hidràulica, els sediments i la morfologia sobre l'estat dels ecosistemes fluvials, però potser encara no s'havia integrat gaire la geomorfologia

en projectes interdisciplinaris com realment va acabar fent i va acabar sent l'SCARCE. El paper de la hidrologia, és a dir, el règim fluvial, i de la química sobre els ecosistemes ja feia temps que eren objecte d'anàlisi, però potser no tant els sediments i la morfologia, repeteixo, lligats a altres elements i processos del conjunt de l'ecosistema fluvial. I com deia, en aquell ja llunyà 2008 —recordo ara un *brainstorming* a l'agost a Barcelona a la seu de l'IDAEA—, el professor Barceló i el seu equip van integrar la geomorfologia al projecte SCARCE veient que no només la química era important, sinó que també calia parlar compte amb el que passava amb la física, vull dir, amb la part física dels rius. Des d'aquell moment, i dins del grup SCARCE —que va permetre cinc anys de recerca molt exitosa i diverses xarxes d'excel·lència espanyoles, com Net-Scarce i l'actual IberAqua Net, i projectes europeus com Globaqua—, ens vam convertir en els que "comptàvem pedres", miràvem com es movien, fèiem mesures, intentàvem que es tingués en compte el transport de sediments i proposàvem relacionar-ho amb els contaminants que les partícules arrossegueuen, i em vaig convertir més endavant en el contacte amb la CHE, la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre, i el 2011, en investigador sènior de l'ICRA, i en un recercador més de la família SCARCE (o Scarce, com diria el nostre benvolgut company del CSIC Julián Blasco). I tot això gràcies a la invitació del professor Barceló a participar en aquell emblemàtic projecte. Jo diria que al principi no em creien gaire, però amb els anys i la feina van veure que l'aposta havia estat reeixida i que la geomorfologia era clau. Gràcies a tot això, gràcies a aquell projecte impulsat i liderat pel professor Barceló, he tingut, a més, l'oportunitat d'aprendre i de treballar al costat de destacats investigadors, com els professors Sabater, Muñoz, Ginebreda i Elosegui, per citar amb qui més relació he tingut i dels qui més he après. I per què va ser important aquell projecte? Per moltes raons, però sobretot per l'enfocament interdisciplinari que comportava, i que el professor Barceló va saber transmetre i impregnar des del començament. Va ser un projecte, com dirien els anglesos, *truly interdisciplinary*. SCARCE incloïa naturalment la química en sentit ampli (des dels metalls pesants fins als contaminants emergents), però s'estenia a la biologia, la hidrologia superficial i subterrània, la geomorfologia i l'economia, fins a arribar als serveis ecosistèmics, a partir de mesures de camp, d'experiments dissenyats *ad hoc* i també de modelització. I aquesta visió només la podien donar persones que, com el professor Barceló, entenen com pocs la complexitat dels sistemes naturals i,

dins d'aquests, sistemes tan complexos com els rius. Encara els entenem poc, però gràcies a investigadors com ell, que han sabut quan tocava sortir de la seva zona de confort (i.e. la química analítica), els coneixem més i podem veure com canvien i cap on van, i això és així gràcies a investigadors com ell, que han anat a fer recerca i a cercar coneixement a les fronteres de la seva ciència amb altres disciplines, amb l'objectiu de provar hipòtesis, testar mètodes i arribar a resultats científicament sòlids, però també amb impacte sobre la gestió. En aquest cas, la gestió dels rius, que són masses d'aigua molt sensibles i clau per al planeta, i de la correcta gestió dels quals depenen la salut i la viabilitat de molts ecosistemes aquàtics i terrestres i de les persones. El professor Barceló ha traspassat el seu coneixement al camp ambiental i el seu mestratge ha fet que la recerca interdisciplinària en el camp de l'aigua i els ecosistemes fluvials s'apliqui d'una manera real i efectiva.

El seu currículum és prou conegut, i suposo que ara no cal repassar-lo exhaustivament. Els premis que ha rebut en són la millor prova. Tot i així, n'he fet un resum perquè en actes com aquest és quan cal exposar els mèrits científics:

- Doctor en Química Analítica per la Universitat de Barcelona el 1984
- 6 sexennis de recerca
- Gairebé 60 tesis doctorals dirigides
- Més de 1.300 publicacions en revistes d'impacte
- H-Index de 160 a Google Scholar i 120 a Scopus
- Més de 400 presentacions en congressos
- Lideratge i participació en més de 60 projectes de recerca competitius nacionals i internacionals, alguns dels quals han constituït fites en el món acadèmic per la magnitud de la recerca portada a terme, com el mateix Scarce

L'objectiu principal de la seva carrera científica ha estat solucionar diferents problemes mediambientals en el camp de la qualitat de l'aigua mitjançant el desenvolupament de nous mètodes analítics, a més d'investigar el destí i el risc associats als contaminants

emergents, com ara pesticides polars, tensioactius, disruptors endocrins, productes farmacèutics, nanomaterials a base de carboni i, més recentment, els microplàstics, tot plegat com a base per desenvolupar eines de remediació. Com dic, la identificació de nous compostos disruptius polars, iònics i endocrins, com ara tensioactius de tipus alquilfenol, hormones, residus farmacèutics i drogues il·lícites en aigües residuals i aigües fluvials en diversos punts de les conques de l'Ebre i el Llobregat, és només un dels resultats destacats de la recerca que el professor Barceló ha liderat. Cal destacar també la identificació per primera vegada a Espanya precisament de compostos interruptors endocrins a les carpes dels rius Anoia i Cardener, a prop de les plantes de tractament d'aigües residuals, i els estudis sobre l'eliminació i la toxicitat de contaminants emergents de les plantes de tractament d'aigües residuals amb tecnologies de tractament, com els bioreactors de membrana (MBR), els transbordadors ecològics i els processos d'oxidació avançats (AOP). Els fàrmacs d'abús i els seus metabòlits a les aigües subterrànies urbanes de Barcelona van ser el primer estudi exhaustiu per abordar específicament la contaminació dels aquífers a través del sistema de clavegueram en una gran ciutat.

Tots aquests resultats i molts d'altres que no tinc temps de mencionar, el nombre de publicacions, el nombre i l'amplitud dels seus projectes de recerca, nacionals i internacionals, la direcció d'investigadors joves en diferents etapes de formació, la col·laboració amb centenars d'investigadors de tot el món, la direcció del Grup de Recerca Water, Environmental and Food Chemistry a l'Institut de Diagnòstic Ambiental i Estudis de l'Aigua del CSIC, i la direcció de l'Institut Català de Recerca de l'Aigua, entre moltes altres activitats, l'avalen. D'arreu el criden per fer conferències, participar en comitès científics, liderar projectes de recerca i continuar posant gent a fer feina sobre l'aigua i els rius. Cal destacar també la seva tasca en la redacció i supervisió de programes de recerca a Europa, com ara la direcció recent del Panell Científic i Tecnològic del *Joint Programming Initiative on Water challenges for a Changing World* de la Unió Europea.

I entre viatge i viatge, i entre aeroport i aeroport, i entre aclucada d'ulls i aclucada d'ulls, ha tingut temps i encara té temps per fer d'editor en cap d'una de les revistes actualment més prestigioses en el camp ambiental, *STOTEN, Science of the Total Environment*. També és editor de la prestigiosa revista *Trends in Analytical Chemistry* TrAC. Tornant a *STOTEN*,

són centenars i centenars d'articles revisats i editats any rere any que l'han situat com una de les revistes de més prestigi en el camp ambiental, amb articles publicats per científics del tot el món sobre biosfera, *chemosfera*, litosfera, hidrosfera i atmosfera. Treballs que cerquen la interdisciplinarietat, com el nom de la revista bé indica. I sempre fent *triscar*, caps de setmana inclosos, editors associats i revisors perquè la revista mantingui el *timing* i el compromís de qualitat. Molts hem passat per l'experiència, i amb gust ho continuarem fent. Crec que al costat de tots els altres mèrits que he anomenat és avui particularment destacable la seva tasca en el món de l'edició científica. I veient on ha arribat *STOTEN* i com ho ha fet, la figura del professor Barceló queda més que glosada. *STOTEN*, com la metàfora de la seva carrera.

El món és curiós, per dir-ho d'alguna manera, i les persones, com la terra, donen voltes; i avui un barceloní establert a Lleida (i que conserva l'accent) fa de padrí en aquest acte a un lleidatà que resideix a Barcelona (i també mig gironí), nascut a pocs metres d'on ara ens trobem, i que també conserva el seu accent (però menys).

Fa no gaire, en una entrevista al diari *Segre* parlava, entre d'altres, de la importància de les aigües residuals per al proveïment de recursos hídrics i la seva relació amb la salut dels ecosistemes i de les persones, i també deia que la provisió d'aliments és un dels grans reptes de la humanitat actual atès el creixement de la població. En aquest context, remarcava que Lleida, si sap utilitzar bé els seus recursos, amb regs moderns i eficients (i jo hi afegiria preservant els ecosistemes) serà una potència mundial. Tant de bo sigui així i que la Universitat de Lleida ho sàpiga veure i liderar.

En nom meu i de totes les persones amb qui heu col·laborat i format, i continueu col·laborant i formant, moltes gràcies, professor Barceló, moltes gràcies, Damià.

I a tots vostès, per l'assistència i atenció, i per haver fet que aquest sigui un acte reeixit com el Damià es mereix.

# ACTE DE DOCTORAT *HONORIS CAUSA*

DR. DAMIÀ BARCELÓ CULLERÉS

Magnífic Senyor Rector, Jaume Puy; autoritats, familiars, senyores i senyors, amigues i amics, així com Ramon J. Batalla, catedràtic de la UdL i amic per haver acceptat ser el meu padrí en aquest acte.

En primer lloc, vull donar les gràcies al rector i a la Junta de Govern per haver decidit atorgar-me aquesta alta distinció de doctor *honoris causa* per la Universitat de Lleida. Pel fet de ser de Menàrguens, la Noguera, on vaig néixer, i d'haver estudiat a Lleida em fa encara més il·lusió l'atorgament d'aquest títol.

La conferència que us impartiré serà d'uns 30-40 minuts màxim i té com a títol *Contaminants i qualitat de l'aigua: el repte urgent d'una visió global i d'una acció local*, un repàs a la meua carrera científica condicionada pels avenços de la ciència i la tecnologia els darrers 30 anys.

Aquesta recerca l'he aplicada a la millora de la qualitat de l'aigua des d'una visió global i amb el principal objectiu d'identificar nous contaminants, el seu destí i els efectes en els ecosistemes aquàtics, a més d'avaluar tecnologies de reducció d'aquesta contaminació. Durant aquests més de 30 anys, he intentat integrar i establir ponts entre disciplines tan diverses com la química analítica, l'ecologia, l'ecotoxicologia, la microbiologia, la hidrologia i la hidromorfologia, així com les enginyeries químiques i mediambientals aplicades sobretot a l'avaluació dels tractaments dels efluents de les plantes depuradores d'aigües residuals, més conegudes com EDAR.

Els trets més rellevants d'aquesta carrera investigadora en relació amb la recerca en qualitat de l'aigua s'explicaran a continuació acompanyats d'una presentació.

### **Millores en la instrumentació analítica: espectrometria de masses**

Per entendre aquest primer període de la meua carrera investigadora, un cop finalitzada la meua tesi doctoral a la Universitat de Barcelona, l'any 1984, vaig fer una estada

postdoctoral a la Universitat Lliure d'Amsterdam que condicionaria en gran part el meu futur investigador durant els següents 10-15 anys. Allà vaig estar en un dels pocs laboratoris, pioners a Europa, on es desenvolupava un nou acoblament de la tècnica de cromatografia líquida-espectrometria de masses aplicada per resoldre problemes ambientals. En aquells temps, l'any 1985, aquesta tècnica era a les beceroles i gairebé ningú no hi apostava ni un duro perquè tingués aplicacions al medi ambient. Només uns quants, com el malaguanyat professor R.W. Frei i el professor Udo Brinkman, hi creien. Aquesta tècnica, malgrat que avui es fa servir de manera rutinària en la detecció de petites molècules en el medi ambient, tenia al començament moltes dificultats instrumentals, en gran part també per les necessitats dels potents camps biomèdic i farmacèutic que requereixen d'equipaments similars, la qual cosa va permetre que aquesta tècnica avancés de manera espectacular i, de retruc, el medi ambient se'n beneficiés.

L'impuls i la validesa internacional van arribar quan a John Fenn li van concedir el 2002 el Premi Nobel pel desenvolupament de la interfase coneguda com a electroespai. L'esforç en la millora d'aquesta tècnica es pot veure en els resultats. Així, avui es pot arribar a detectar per sota del fentogram, quan el 1985 amb prou feines es podia arribar al nanogram, la qual cosa representa una millora de la sensibilitat de més d'un milió de vegades!

Un apunt important aquí! Això ens permet avui dia identificar molècules que abans no podíem perquè no disposàvem dels aparells de mesura. Però això no vol dir que els nous contaminants que avui s'identifiquen a l'aigua no hi fossin fa 20 o 30 anys. Per tant, no cal pensar que actualment, pel fet que s'identifiquin més substàncies tòxiques al medi, estiguem més contaminats. Això és mentida. El que tenim són eines més potents que ens permeten detectar moltes més substàncies al medi quan abans no es podia. També us puc assegurar que el 1985 la depuració de les aigües residuals no s'havia implementat a tot el territori català com ho està ara, després de les inversions fetes en les EDAR durant els darrers anys.

### **Les aigües residuals i la seva depuració: primer treball d'estrogenicitat a l'Anoia**

La darrera dècada del segle XX es va caracteritzar pel gran impuls que va rebre el tema de la depuració d'aigües residuals. En aquesta línia, la legislació desenvolupada



a Catalunya va ser capdavantera. Des del 1981 hi una llei del Parlament, la 5/1981, de 4 de juny, que regula en matèria d'obres i serveis el tractament i la recuperació de les aigües residuals de Catalunya. Aquesta llei del Parlament va ser l'origen de la Junta de Sanejament. Posteriorment, la directriu de la Unió Europea 91/271, de 1991, va sotmetre el compliment d'uns calendaris de recollida de les aigües residuals urbanes i del seu tractament en funció dels habitants/equivalent.

Una reflexió important: pensem que la recerca mediambiental té un element tractor que és la legislació. Nova legislació en matèria d'aigües fa que normalment s'hi afegixin més paràmetres per determinar i en nivells més baixos, la qual cosa té com a conseqüència que cal millorar els sistemes de depuració de les EDAR per complir la nova normativa.

En aquest sentit, i en part gràcies a la Directriu del 91, la Unió Europea va engegar diferents programes de recerca per donar suport científic i tècnic a aquesta legislació, la qual cosa va fer que s'iniciessin estudis, tant a Catalunya com a Europa, per conèixer millor com es comportaven aquests nous compostos, encara no regulats i anomenats emergents, a les EDAR. En aquesta línia, la UE va crear el Waste Water Cluster —on hi havia cinc projectes relacionats—, que vaig coordinar des del 1997 fins al 2001.

Un dels primers treballs que van detectar estrogenicitat a les aigües residuals tractades va tenir lloc a Anglaterra, dirigit per l'amic i professor a la Universitat de Brunel, a Londres, John Sumpter, que es va publicar el 1998. Es va relacionar la contaminació per estrògens com els responsables de l'estrogenicitat, canvi de sexe o malformacions d'alguns peixos de riu, com ara els ciprínids.

Aquí a Catalunya i a Espanya, s'estava estudiant el mateix fenomen a les EDAR dels rius Anoia i Cardener, on vam trobar efectes similars a la depuradora d'Igualada, una investigació que es va publicar just un any més tard. Aquest treball i altres de relacionats van tenir molta repercussió als mitjans (premsa i televisió) i ens va demostrar que, en alguns casos, la depuració d'aigües residuals exigia millores i, a més, que calia minimitzar els abocaments a les EDAR. D'altra banda, era evident que aquests nous contaminants, que no es detecten visualment i que semblava que no afectaven l'ecosistema, presentaven uns efectes negatius per als peixos. Com a conseqüència d'això, es van detectar estrò-

gens que van provocar un augment important de la vitel·logenina a les carpes mascles recollides a l'Anoia. Es tracta d'una contaminació d'uns nivells per sota dels de toxicitat que, si bé no provoca la mort, sí que té efectes negatius a curt i llarg termini, com ara malformacions i canvi de sexe.

Aquest fet ha marcat molta de la recerca posterior en estudis d'ecotoxicologia al medi aquàtic, i encara avui dia és d'actualitat. És una contaminació silenciosa, amagada i contínua en el temps. Com ja sabeu, molts dels fàrmacs i molts cosmètics són d'ús diari i, per tant, es detecten contínuament a l'aigua. És una contaminació a nivells molt baixos, de pocs nanograms, però que inclou el que s'anomena "còctels de substàncies i dels seus productes de transformació". De moltes d'aquestes barreges encara se'n desconeixen els efectes a llarg termini, que d'alguna manera intuïm que contribuiran a disminuir la biodiversitat de l'ecosistema aquàtic, però que malauradament no ho detectarem fins d'aquí a uns anys.

### **Sequera, canvi climàtic, contaminants i vigilància ambiental**

De vegades, els químics, i gran part de la societat també, tenim tendència a pensar que tot el que passa a l'aigua, sobretot els efectes sobre els organismes, és culpa de la química, o sigui, de la contaminació. Aquesta afirmació no és completament certa. Hi ha molts altres aspectes que cal tenir en compte, com els canvis de temperatura del riu, la variabilitat hidrològica i fenòmens extrems com inundacions i sequeres, entre d'altres, que tenen efectes negatius sobre l'ecosistema. Són ben coneguts els greus episodis de sequera a Catalunya, especialment el del 2008, que va afectar l'abastament. A Barcelona, es van haver de fer instal·lacions al port per permetre que arribessin vaixells carregats d'aigua. La sequera està directament relacionada amb l'escalfament del planeta i el canvi climàtic. Un exemple en són els gasos d'efecte d'hivernacle a causa només del CO<sub>2</sub>, que representen un 27%, 15%, 11% i 7% per a la Xina, els Estats Units, la Unió Europea i l'Índia, respectivament. Les prediccions indiquen que la temperatura pujarà entre 1,3 i 2,7 °C fins al 2050, i més endavant l'augment serà de 4 °C cap al 2100. El març del 2009, John Beddington, assessor en cap en matèria de ciència del Govern anglès, va predir per al 2030 la "tempesta perfecta". Al ritme de creixement actual, faria falta un 50% més d'aigua, un 50% més d'energia i un 50% més d'aliments. Sabem també que la

contaminació ocasionada a escala mundial, ja sigui per la depuració insuficient de les EDAR o perquè no n'hi ha encara, afecta ara més d'un bilió de persones a tot el món i, segons les prediccions, arribarà als 2,5 bilions l'any 2050.

Pel que fa a la contaminació urbana, som conscients que les EDAR convencionals no depuren al 100% els nous contaminants que avui es poden detectar en concentracions molt baixes. Queda clar que el canvi climàtic i la sequera agreujaran aquesta situació per un fet evident: els cabals d'aigua disminuiran, però l'activitat econòmica seguirà el seu ritme segurament creixent i, per tant, la contaminació dels rius serà més elevada, es vulgui o no, només pel fet d'un efecte de concentració dels contaminants a l'aigua.

Una de les actuacions més vàlides per fer un seguiment i entendre millor quin és l'estat del nostre medi és la vigilància ambiental. Primer cal establir programes de vigilància que integrin experts de diferents disciplines per conèixer millor els nostres ecosistemes aquàtics i com funcionen, sobretot en unes condicions gens favorables com les de la Mediterrània, principalment de manca d'aigua. En aquest sentit, cada riu és un món, té les seves característiques hidromorfològiques, embassaments, contaminació d'origen urbà, agrícola i industrial. Per saber com estan els nostres rius, fan falta programes de vigilància ambiental que hauran d'incloure químics, ecològics, ecotoxicològics, hidròlegs, hidromorfològics, quimiomètrics i modelitzadors, entre d'altres, per poder fer una avaluació integradora.

Als rius mediterranis es dona el que s'anomena jerarquia dels efectes. D'acord amb Sergi Sabater, de l'ICRA, aquesta jerarquia ve definida per l'extracció d'aigua; la construcció de preses; el reg agrícola, que té la seva dinàmica i provocarà alteracions geomorfològiques; la pèrdua de connectivitat hidrològica, i els efectes dels nutrients i els contaminants. Tots aquests elements incidiran, en conjunt, en les estructures del biofilm, macroinvertebrats i peixos del riu, per tant, en l'estructura i el funcionament dels nostres rius, i ens permetran entendre una determinada conca hidrogràfica. Com podem fer-ho? Doncs mitjançant el que s'anomena *case studies*, o exemples, on es veu l'efecte del canvi climàtic i el global mitjançant programes de vigilància ambiental relacionats amb la qualitat/quantitat de l'aigua per poder d'aquesta manera definir quin és l'estat químic i biològic dels nostres

rius i, posteriorment, proposar des de solucions tecnològiques fins a millorar tant el sanejament com els usos del sòl i minimitzar la contaminació difusa.

Els darrers 15 anys he coordinat des de Catalunya, a través de l'IDAEA-CSIC i de l'ICRA-CERCA dos importants programes de vigilància: el primer, dut terme a Espanya a través del programa Consolider Ingenio del 2009-2014, el projecte SCARCE, i l'altre projecte, GLOBAQUA, en la mateixa línia i finançat per la Unió Europea del 2014 al 2019. Aquests dos projectes van integrar les diferents disciplines i van poder establir nivells de qualitat de diferents rius com l'Ebre, el Llobregat, el Guadalquivir, el Xúquer, l'Adige, el Sava i l'Evrotas, entre d'altres.

En aquesta presentació es mostraran alguns exemples en què es veu la contaminació associada als sediments en suspensió en una crescuda sobtada del riu Ebre, fet en col·laboració amb Ramon J. Batalla, de la Universitat de Lleida, i Antoni Ginebreda, de l'IDAEA-CSIC, en què s'integren la hidromorfologia i la química ambiental. En aquest treball, es van calcular els cabals i les càrregues totals dels contaminants orgànics persistents que queden en suspensió després de la crescuda i és una simulació de les pujades sobtades de cabal en condicions extremes, que seran més freqüents sota el canvi climàtic. La vigilància ambiental és de gran ajut per a la quimiometria i el tractament de dades. A més, podem tenir també mapes acurats dels punts de contaminació al llarg de la conca, com el que mostrarem de l'Ebre, fet en col·laboració amb Romà Tauler i Silvia Lacorte, de l'IDAEA-CSIC. Un altre exemple correspon als mapes de risc de les conques estudiades en el projecte SCARCE. En els estudis del risc de toxicitat en algues, es pot observar com els pesticides són els compostos de més risc respecte als més de 200 compostos estudiats de diferents famílies químiques. L'impacte en els peixos de les quatre conques es pot observar en aquest treball liderat per Yolanda Picó, de la Universitat de València, que va determinar més de 130 contaminants emergents presents en espècies de peixos de les quatre conques d'Espanya. El darrer exemple que mostraré seran els nivells de nous compostos emergents, com els nanomaterials de la família dels ful·lerens que es van detectar al riu Sava. Aquest treball va ser liderat per Marinella Farré, de l'IDAEA-CSIC, i Josep Sanchis, de l'ICRA-CERCA, i s'hi van detectar uns nivells molt alts causats per un fort impacte de la contaminació industrial —aquests compostos provenen de la

combustió de derivats del petroli— i segurament també perquè al riu Sava hi aboquen aigües residuals de països que no formen part de la Unió Europea, com Sèrbia, i que encara no estan afectats per les regulacions comunitàries.

De manera paral·lela, treballem en programes de vigilància a escala internacional. I un exemple que vull mostrar aquí és la col·laboració amb US EPA, a través de Belinda Huerta i Sara Rodríguez, de l'ICRA-CERCA, en què es van determinar els nivells de fàrmacs en diferents espècies de peixos dels rius dels Estats Units. Aquest darrer exemple ens indica la validesa dels programes de vigilància a escala global i que és una manera de poder avaluar i comparar l'estat dels nostres ecosistemes aquàtics al llarg del temps i entre països diferents.

Finalment, en aquest apartat de vigilància ambiental dels ecosistemes aquàtics he parlat sempre de rius, però no vull deixar de banda les aigües subterrànies, sovint les grans oblidades perquè no les tenim a la vista. En aquest sentit, a l'IDAEA-CSIC, en col·laboració amb Jesús Carrera, Enric Vázquez i Miren Lopez de Alda, a més de Mira Petrovic, de l'ICRA-CERCA, es van dur a terme treballs per saber quin era l'estat de l'aigua subterrània, molts de centrats en els pous de Barcelona, on es va fer el seguiment d'un gran ventall de contaminants emergents, com els detergents de tipus alquilfenol sulfonats (LAS) d'ús domèstic. Malgrat que els nivells detectats són baixos a tot Barcelona, sí que s'observa que són presents gairebé sempre al subsòl de Barcelona degut al seu ús constant a les llars i a fuites de la xarxa de sanejament. No hem d'oblidar que saber la qualitat de l'aigua dels pous urbans ens permetrà obtenir una font addicional de subministrament d'aigua a la ciutat de Barcelona que podrà tenir diferents usos i ser molt necessària per al subministrament d'aigua de boca en cas d'una emergència, com en el cas de la forta sequera del 2008.

### **EDAR: tractament i reutilització**

Per millorar la qualitat de l'aigua dels nostres rius, és evident que cal millorar els tractaments de les EDAR. L'aigua residual és, d'una banda, reutilitzable, però també és una font de contaminació i, per tant, caldrà eliminar-ne els patògens i els contaminants per reutilitzar-la. Per fer-ho, tenim disponibles tot un ventall de tecnologies per a la

depuració de les aigües residuals, amb tractaments terciaris que van des de l'oxidació avançada fins a l'adsorció amb carbó activat, membranes de nanofiltració i osmosi inversa, entre d'altres. La reutilització és cada cop més important arreu, i cada dia agafa més embranzida, sobretot en un escenari de manca d'aigua. Recentment, ha rebut una gran empenta arran de la regulació recent per part del Parlament de la Unió Europea 2020/41 i del Consell, de 25 de maig de 2020, sobre els requeriments mínims de la reutilització de l'aigua residual tractada per a ús agrícola. Les noves normes en reutilització de la Unió Europea no entraran en compliment fins al juny del 2023, i han de ser un estimul per incrementar-ne la reutilització a tot el territori.

Aquí vull citar un parell d'exemples de tecnologies de tractaments avançats, com la nanofiltració i els processos d'oxidació a les EDAR de Platja d'Aro i Toledo, respectivament, liderats des de l'ICRA per Ignasi Rodríguez-Roda, Joaquim Comas i Sara Rodríguez, entre d'altres. Aquestes tecnologies no convencionals permeten una millor i gairebé completa eliminació de fàrmacs i de resistències d'antibiòtics, un altre dels problemes que preocupa de manera alarmant la nostra societat.

Com a exemple pràctic de reutilització, mostraré els estudis realitzats els darrers anys a l'Aràbia Saudita sobre la reutilització d'aigües residuals tractades tant per a l'agricultura com per al reg de plantes naturals, fets en col·laboració amb la Universitat King Saud i Yolanda Picó, de la Universitat de València. Cal que s'entengui que a l'Aràbia Saudita no hi ha rius, i la majoria de l'aigua disponible prové dels efluents de les depuradores que es barregen, en alguns casos, amb les aigües subterrànies. De fet, els saudites, a l'aigua que surt de la depuradora de Riad l'anomenen "el riu de Riad", perquè és el que més s'assembla a un riu. Per tant, queda clar que si volem conrear nous camps agrícoles en zones desèrtiques l'única opció és reutilitzar l'aigua tractada de les EDAR, una situació que ja fa una pila d'anys coneixen els israelites i que aquí al nostre país s'està donant a Múrcia i en altres llocs d'Espanya. Tenint en compte les tecnologies de tractament d'aigües residuals disponibles, avui no ha de representar cap problema eliminar eficaçment els nous contaminants i patògens i poder utilitzar aquestes aigües per al reg agrícola. Aquí, però, faran falta també campanyes de credibilitat per convèncer la població que

els camps agrícoles es poden regar amb aquesta aigua sempre que es compleixin els requisits de qualitat.

En aquests temes de tractament d'aigües residuals, no vull oblidar tampoc els treballs que des de fa uns anys he anat realitzant amb la Facultat d'Enginyeria de la Universitat Autònoma de Barcelona i el Tecnològic de Monterrey de Mèxic per estudiar diferents ecotecnologies basades en fongs i algues, entre d'altres, que permetin l'eliminació dels contaminants emergents a les aigües residuals.

### **Macronanoplàstics, micronanoplàstics, nanoplàstics i residus de plàstic a causa de la Covid-19**

La contaminació per macronanoplàstics i micronanoplàstics és un dels temes de moda des de fa uns anys. Aquí en teniu algunes dades. S'estima que entre 4 i 12 milions de tones de plàstic van a parar al mar cada any a través dels nostres rius, principalment, i es calcula que per al 2050 hi haurà més plàstic que peixos. Cada any es produeixen uns 350 milions de tones de plàstic, i més de 100 milions de tones de fibres tèxtils. S'ha fet una estimació del consum de partícules de plàstic per persona i any, i es calcula que n'ingerim entre 50 i 100 mitjançant la sal marina, 4.000 per l'aigua de beguda i 11.000 pel marisc i el peix. A més, cada any fem servir 4 trilions de bosses de plàstics i es calcula que a tot el món cada minut se'n fan servir 1 milió, i cal tenir en compte que la majoria són de plàstic d'un sol ús. Totes aquestes dades són d'abans de la Covid-19, i queda molt clar que durant i després aquests números han empitjorat considerablement.

El que sabem avui dia sobre el plàstic es pot comparar al d'un iceberg: només se'n veu una part molt petita del problema, la que sura, que serien els plàstics més grans, els macroplàstics, i també una part dels microplàstics, però ens falta molta informació sobre els de mida més petita, els nanoplàstics. Per conèixer l'impacte en el medi ambient, caldrà també, com en els cas dels contaminants emergents, endegar programes de vigilància.

En aquesta presentació de *l'honoris causa*, ja ens trobem a la segona part. Posaré un parell d'exemples dels treballs que estem realitzant per a la vigilància de microplàstics en diferents llocs, com en les aigües de reutilització de l'Àrabia Saudita, en col·laboració amb la Universitat King Saud i Yolanda Picó, de la Universitat de València, així com els estudis

desenvolupats a la badia de Hangzhou, a la Xina, en col·laboració amb investigadors de la Universitat Zhejiang A & F de la Xina, per veure'n els efectes en sòls agrícoles i l'estuari.

Cal esmentar que la problemàtica de la contaminació per plàstic ha empitjorat considerablement des de la pandèmia, a partir del març del 2020. En aquest període, un grup d'investigadors, liderats per Teresa Rocha-Santos, de la Universitat d'Aveiro, a Portugal, hem publicat articles d'opinió alertant sobre el tema, relatant l'empitjorament que suposa per al medi l'ús massiu de mascaretes, material mèdic i guants, entre d'altres. És una manera de fer una difusió científica de problemes recents i d'alertar la societat per posar-hi remei.

Algunes dades. El març del 2020, l'OMS estima que al món es devien utilitzar 89 milions de mascaretes, però els números reals són molt més elevats. Només Alemanya va utilitzar, a partir de l'abril del 2020, 60 milions de mascaretes. A Itàlia, el novembre del 2020 es van adquirir 1.040 milions de mascaretes i 57 milions es van gastar en una setmana perquè es van oferir a tot el personal dels serveis públics. Els darrers mesos, només a l'Àsia s'han utilitzat 2,3 bilions de mascaretes diàries, d'un total de 4 bilions a tot el món.

Pel que fa a la generació de residus, les dades impressionen. Un tema important: la gestió de residus està directament relacionada amb l'economia, com en el cas de l'aigua que he esmentat abans. Per simplificar-ho, els països rics incineren i els pobres envien els residus als abocadors. Així, a Wuhan, amb 11 milions d'habitants, on es va detectar el primer cas de Covid-19, es va passar de gestionar 45 tones per dia abans de la Covid-19 a 247 tones per dia en temps de Covid-19. Tot va a incineració. A Catalunya, es va passar de gestionar de 275 a 1.200 tones per mes. A l'Índia, amb 1,3 bilions de persones, cada dia es generen 6.500 tones de residus mèdics per dia a causa de la pandèmia que van als abocadors.

Tots sabem que la detecció del virus es fa per q-PCR. Però el que no sabem és que cada mesura genera 37 g de plàstic. Així, fins a l'agost del 2020, s'havien generat 15.000 tones de plàstic només per PCR a tot el món.

Les solucions que hi ha són conegudes. D'una banda, haurem d'eliminar els plàstics d'un sol ús, que encara representen més del 40% del plàstic i, de l'altra, cal produir un plàstic



més biodegradable —aquí de nou la química ens pot ajudar. A més, caldrà desenvolupar més legislació sobre el tema i la societat en general també caldrà que s'hi impliqui més a través d'ONG i altres associacions, el que ara s'anomena *citizen science*.

Una altra conseqüència immediata de la Covid-19 i de l'ús del plàstic és que caldrà repetir molts programes de vigilància de microplàstics que s'havien fet anys enrere i veure l'impacte real sobre l'ecosistema després de l'ús massiu del plàstic durant la Covid-19.

### **Epidemiologia d'aigües residuals (WBE): valorització de les EDAR**

Aquests darrers anys, hem pogut comprovar com les mesures realitzades a les aigües residuals ens poden ajudar a fer un seguiment de determinades malalties, patògens, contaminants, drogues, biomarcadors i proteïnes, entre d'altres. Ho simplificaré: hi ha dues aproximacions, o es fa un seguiment d'indicadors microbiològics o d'indicadors químics.

Parlem del cas de la microbiologia, que és el primer de tots. Vull recordar aquí que la utilització de la xarxa d'aigües residuals per fer estudis epidemiològics es va fer per primer cop a Anglaterra. J.W. Wilson, el 1928, ja va publicar al *British Medical Journal* el primer treball on va demostrar un cas de tifus *B. typhosus*, la *Salmonella typhosa*, que es pot transmetre per l'aigua o els aliments. Es va detectar a la xarxa d'aigües residuals de Belfast i va marcar l'inici d'aquesta disciplina coneguda com epidemiologia d'aigües residuals, o WBE, per l'acrònim en anglès. L'any següent, J.D. Allan Gray, a Edimburg l'any 1929, va demostrar el mateix detectant la *Salmonella paratyphosa* a les aigües residuals a causa de l'excreció per part de malalts de tifus. Dit això, és bo recordar que aquest darrer any l'ICRA, juntament amb la Universitat de Barcelona, Eurecat i finançats per l'ACA i el Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya, col·laboren en la detecció de SARS-CoV-2 a les aigües residuals. Un cop més un treball d'integració, en aquest cas entre administració pública i centres de recerca i universitats. El més rellevant és que ha permès establir tendències en l'evolució del virus a Catalunya a través de la detecció a les aigües residuals i complementar així les dades clíniques.

Si passem ara als indicadors químics, recordarem que a principis del 2008 va sortir la notícia de la presència de cocaïna i altres drogues a les aigües residuals de Barcelona. Va ser un dels primers treballs, liderats per Cristina Postigo i Miren López de Alda, de

l'IDAEA-CSIC, en què es van detectar drogues il·lícites a les aigües residuals utilitzant l'aproximació del WBE. La xarxa de sanejament, així com les EDAR, ens permeten fer aquests tipus d'estudis. Avui s'utilitza també per determinar nivells de consum d'alcohol, a més d'altres tipus de drogues i fàrmacs, i relacionar-ho amb el nombre de pacients. Un exemple a escala global és la metformina, que està directament relacionada amb la diabetis i que afecta moltíssima gent arreu del món.

El darrer exemple en aquesta mateixa línia de WBE correspon als darrers treballs que estem realitzant amb altres molècules químiques, però en aquest cas més grans: proteïnes i pèptids. Aquests treballs es fan en col·laboració amb Joaquín Abian, Montserrat Carrascal i Antoni Ginebreda, i ens permeten fer el seguiment de diferents grups de proteïnes i pèptids a les aigües residuals, així com determinar-ne l'origen animal. Això ens mostrarà quines depuradores reben més impacte i de quin tipus, ja sigui de diferents granges de porcs, pollastres o vaques, d'animals domèstics o del mateix home. Es tracta del que s'anomena "proteòmica ambiental", que ha de permetre donar informació addicional de l'impacte dels diferents abocaments a les EDAR. D'una banda, ens permetrà tenir una informació més acurada d'algunes activitats, com la ramadera, així com de la població en general i, de l'altra, disposar al mateix temps de més dades per a la millora del funcionament de les EDAR. També crec que la proteòmica ambiental, en un temps no gaire llunyà, es podrà utilitzar per mesurar les proteïnes del virus presents a les aigües residuals, però ara mateix la metodologia no ho permet.

### **Recomanacions, solucions i necessitat de comunicació**

En aquesta presentació he fet un repàs de la meua carrera investigadora i dels principals trets que han marcat etapes ben diferenciades: des de les millores instrumentals de les mesures per espectrometria de masses fins als estudis de vigilància ambiental, integrant tot un ventall de disciplines, totes necessàries per conèixer millor els nostres ecosistemes aquàtics ja sotmesos actualment a un canvi climàtic i a una pressió global. El fet és que cal sempre investigar i buscar nous contaminants, a l'estil Sherlock Holmes. I no oblidem que sempre hi haurà nous productes químics presents a l'aigua i que de moment o no els podem detectar o no sabem si hi són. Aquesta nova recerca és la que alimentarà en el futur la legislació ambiental, quan es demostrï que hi ha efectes sobre

el medi. També s'ha comentat la problemàtica creixent del plàstic i la valorització de les EDAR per desenvolupar estudis epidemiològics, tant de tipus microbiològic com químic, buscant sempre els biomarcadors que ens puguin ajudar a entendre millor els problemes de contaminació global del medi aquàtic moltes vegades associats a salut o hàbits dels humans. Cada cop més aspectes de salut ambiental van de bracet amb la salut humana. Aquí parlariem de resistències d'antibiòtics, del SARS-CoV-2, de proteïnes i d'altres biomarcadors presents a les aigües residuals i a les EDAR. I és per això que la comunitat científica parla cada cop més del terme *one health*, que vol dir, en poques paraules, una sola salut, ambiental i humana a la vegada.

Solucions i necessitat de comunicació. Per a mi, no hi ha una única solució miraculosa. Ens calen solucions coordinades, integradores, des d'una nova legislació que reguli els nous contaminants de l'aigua i la gestió de residus, i al mateix temps anar introduint les millores tecnològiques sobre el terreny, és a dir, resoldre els problemes a escala local. La necessitat de comunicació és també part de la solució i es resoldrà de diferents maneres: mitjançant campanyes de prevenció i implicació de la societat, el que ja he comentat abans de *citizen science*, fent ús de les xarxes socials, com Twitter i Instagram, i amb altres mitjans socials. En aquest sentit, com a científics tenim el compromís de compartir les nostres dades i descobertes amb la societat. La traducció de descobertes científiques a un llenguatge periodístic no és gens fàcil, i la primera responsabilitat la tenim nosaltres, els científics. Aquest tema sempre m'ha preocupat a mi particularment, i cal fer aquest esforç, i si es fa, tothom en sortirà guanyant. La societat en general entendrà molt més el que fem i per què ho fem. En el cas concret de la recerca en medi ambient, sabem que depèn, en la majoria dels casos, de fons públics, és a dir, dels impostos de tothom, i si la societat veu que el que fem és rellevant, entendrà millor com s'utilitzen els recursos públics i no l'importarà gens donar-hi el vistiplau perquè s'incrementin. I això el que farà és reforçar la recerca en ciència i tecnologia que s'està desenvolupant en temes relacionats amb el medi ambient, i en particular amb la qualitat de l'aigua. Només amb una visió global i una acció i una comunicació local, constant i persistent podrem millorar els nostres ecosistemes aquàtics i, de retruc, la qualitat de vida dels ciutadans.

## Records i agraïments

Vull fer, a més, una referència especial al meu cosí Víctor Siurana, que va ser un dels professors que va lluitar més perquè la UdL arribés a tenir el reconeixement que té avui i a qui li faria molta il·lusió ser-hi, així com al meu pare, Francesc, nat a Mallorca, mestre que ens va educar sense descans en llatí i matemàtiques tot el batxillerat; al meu germà Joan, escriptor, artista i gran defensor del català de Ponent amb una visió global i que, malauradament, tots ells ens van deixar massa aviat. També a la meva mare, Elvira, i a la meva germana Maria Pilar, presents a la sala, a més de na Carme, la meva dona, també de Ponent, de Guissona: totes elles sempre m'han donat suport en aquesta feina que requereix una setmana 996, com diuen a la Xina.

També vull agrair l'educació rebuda a tot el professorat del col·legi Episcopal de Lleida des del 1964 fins al 1970, especialment a un dels seus directors, mossèn Jordi Pardell, que avui ha pogut assistir a aquest acte i li agraeixo de tot cor. A més, em cal agrair la inspiració i la formació transmesa pel meus directors de tesi doctoral a la Universitat de Barcelona: el malaguanyat Lluís Eek Vancells i Maria Teresa Galceran Huguet, així com a qui va ser cap del Departament de Química Analítica de la Universitat de Barcelona els anys que vaig fer la tesi, del 1977 al 1984, i que va ser qui em va proposar com a membre de l'Institut d'Estudis Catalans l'any 1999, el malaguanyat Enric Cassasas i Simó, mestre, educador i d'una conversa sempre entranyable. Al malaguanyat Roland W. Frei i a Udo Brinkman, de la Universitat Lliure d'Amsterdam, per haver-me dirigit en la meva estada postdoctoral a Holanda i haver après moltíssims amb ells, sobretot a desenvolupar-me en el món de la recerca a Europa. I també a Joan Albaigés i Riera per haver-me facilitat l'entrada al CSIC.

Des del 2008 he tingut una doble filiació com a professor d'investigació del CSIC i director de l'ICRA-CERCA que m'ha permès entendre millor el sistema públic de recerca espanyol i català, que, malgrat que tenen una finalitat similar, la governança hi és molt diferent. Vull agrair a les diferents presidències del CSIC, així com als diferents consellers/es de la Generalitat, haver-me permès el desenvolupament de les meves funcions al llarg d'aquests anys, així com a Lluís Calvo, coordinador institucional del CSIC a Catalunya i gran facilitador d'aquests acords des del 2008 fins a la data. També als diferents direc-

tors generals de Recerca del Govern de la Generalitat durant aquest període: Ramon Moreno, Joan Roca, Josep M. Martorell, Francesc Subirada i Joan Gómez Pallarès, i al director del CERCA, Lluís Rovira.

Finalment, vull agrair als 67 estudiants de doctorat que fins a la data he tingut l'oportunitat de dirigir o codirigir al llarg de la meva carrera científica. Tres d'ells han arribat al cim de la carrera investigadora al CSIC, a la Universitat de Maastricht a Holanda i a ICREA, i altres són investigadors/es destacats a Noruega, França, Suïssa, el Canadà i els Estats Units, a l'IDAEA-CSIC i a l'ICRA-CERCA. També al centenar llarg d'estudiants postdoctorals d'arreu del món que han passat pels laboratoris, així com les col·laboracions permanents i constants amb científics dels Estats Units, Mèxic, el Brasil, Colòmbia, la Xina, l'Índia, l'Aràbia Saudita, el Marroc, Algèria, Nova Zelanda i la majoria de països de la Unió Europea, a més dels diferents estudiosos d'arreu que han volgut compartir el coneixement i els avenços científics en el camp del contaminants emergents i que han contribuït de manera notable que se m'hagi citat més de 100.000 vegades, segons Google Scholar, fent pujar els meus indicadors científics a uns nivells que mai m'hauria esperat.

També a tot l'equip científic i de suport de l'ICRA-CERCA, en especial al que gestiona més de prop la direcció en el dia a dia del centre, Sergi Sabater; Olga Corral, secretària organitzadora de la meva agenda i ànima de l'institut amb dedicació també 996; Ivan Sánchez; Jaume Alemany; David López, i al personal de suport de l'IDAEA-CSIC, especialment a Roser Chaler per la seva constant i eficaç dedicació al servei d'espectrometria de masses; a Àngels Quiroga, a la meva secretària de "tota la vida", sempre a punt per resoldre els complexos problemes que ens planteja l'administració i la gestió diària de la recerca, i a Joan Grimalt, primer director de l'IDAEA-CSIC, company i amic des de fa un munt d'anys.

Com a cloenda, dir i agrair novament molt a la Universitat de Lleida en la persona del seu rector, Jaume Puy, per l'atorgament d'aquest *honoris causa* que han rebut científics tan brillants com Joan Oró. És el segon que se m'atorga, després del de la Universitat de Ioánnina, a Grècia, el 2014, però per a mi, aquest, el de Lleida, és el més sentit. Per què? Fàcil d'explicar, soc d'aquí, de Ponent, hi he pogut convidar familiars i amics de la meva època del poble, de Menàrguens, de Lleida, companys del col·legi major Ilerdense

de Barcelona, de la Universitat de Barcelona, de quan fèiem el doctorat, i col·laboradors i amics dels darrers 30 anys. Tots han pogut ser amb mi en aquest acte importantíssim en la meva carrera científica i el màxim guardó que atorga la universitat. Espero que sigui també un estímul per als universitaris més joves que hi ha en aquest acte i als que el segueixen per YouTube. Veure que l'esforç en aquesta vida pot ser premiat o no, però jo us puc dir que soc molt afortunat perquè avui se m'ha premiat amb escriure. Gràcies a totes i a tots per venir i escoltar-me una estoneta!

# DISCURS DE CLOENDA

DR. JAUME PUY LLORENS

## El Danubi és blau

Em plau adreçar a tots els assistents unes paraules.

El 70% de la superfície de la Terra està coberta d'aigua, de manera que a la Terra se li diu planeta blau perquè, des de l'exterior, el color de l'aigua és el dominant. Semblaria, doncs, que és un bé abundant, però una anàlisi amb una mica més de detall ens justifica que l'aigua hagi estat, sigui i seguirà essent, una de les grans preocupacions de la humanitat.

El 96,5% del total de l'aigua es troba en mars i oceans, és a dir, és aigua salada. Tan sols un 3,5% de l'aigua de la Terra és dolça. D'aquest percentatge, el 69% està congelada en glaceres, casquets polars i neus perpètuas, i el 30% està retinguda en la humitat del sòl o en les aigües subterrànies. Només el 0,7% en rius i llacs.

D'acord amb estudis sobre balanços hídrics a escala planetària, només el 0,007% de les aigües dolces es troben realment disponibles per a l'ús humà directe. És a dir, de cada 100 litres d'aigua dolça, només el que cap en una cullera és aigua disponible directament per a l'ús humà. I d'aquesta petitíssima porció en depenen molts processos vitals!

El principal consumidor d'aigua és l'agricultura (al voltant del 67% de l'aigua de consum), el 22% es destina a activitats industrials i menys del 10% al sector domèstic.

A Europa, el 80% de l'aigua dolça utilitzada, tant per a consum humà com per a altres usos, procedeix de rius i aigües subterrànies. Com diu Martí Boada: "Quan fem servir més aigua de la que ens plou, és a costa de les aigües emmagatzemades en els aqüífers subterranis i, per tant, en termes econòmics, estem consumint el capital, no els interessos, la qual cosa ocasiona la fallida de qualsevol empresa."



Aquest nivell d'explotació ha conduït a l'abatiment i la contaminació de nombroses reserves d'aigua, una situació que ha provocat la pèrdua de molts hàbitats productius del planeta. Es calcula que l'any 2025 més de dues terceres parts de la humanitat patirà algun estrès per manca d'aigua.

El canvi climàtic no hi afegeix res de positiu, a aquesta previsió. Els episodis de sequera i inundacions es preveu que augmentin i, juntament amb l'increment de la temperatura, es pensa que es malmetran zones agrícoles i capacitat de producció.

L'increment en la producció d'aliments, que hem d'abordar per atendre la creixent població mundial, no es pot produir ni amb més terra agrària ni amb més consum d'aigua. Ens cal augmentar els rendiments dels cultius, reduir l'emissió de gasos d'efecte d'hivernacle i al mateix temps aprofitar i reduir els residus alimentaris. Aquest és un repte immediat que justifica la inversió en ciència i tecnologia, en nous sistemes de reg i de conreu, en centres de recerca agroalimentària i en la formació d'enginyers agrònoms i estudis relacionats com es fa a la UdL, en particular.

A l'escassetat d'aigua s'afegeix la seva inequitable distribució, ja que els països desenvolupats fan servir percentatges que superen en gran mesura els utilitzats en els països en vies de desenvolupament. El bastiment d'una societat més inclusiva i amb menys desigualtats és també una tasca urgent.

La responsabilitat de tots per tenir cura dels nostres rius, embassaments i aqüífers –amenaçats per la sobreexplotació, la contaminació i el canvi climàtic– és clau per a la nostra supervivència.

En aquestes condicions, una qüestió emergeix: es pot incrementar l'aigua disponible al món? I una segona, es pot dessalar?

Per a la primera pregunta, hem de dir que el total de l'aigua que hi ha a la Terra es manté gairebé constant des de la formació del sistema solar. Això no treu que amb el que s'anomena cicle de l'aigua, una molècula d'aigua es mogui de lloc, ara s'evapora, cau al mar, es torna a evaporar i cau al casquet polar... Durant un període de cent anys,

una molècula d'aigua pot passar uns noranta-vuit anys a l'oceà, vint mesos en forma de gel, dues setmanes en llacs i rius i amb prou feines una setmana a l'atmosfera.

Per a la segona qüestió, cal dir que eliminar la sal de l'aigua salada és tan simple o tan difícil com evaporar i condensar (aquest ha estat el mecanisme natural més important: el sol evapora l'aigua d'oceans i rius..., i es retorna a la Terra en forma de precipitació): o congelar i fondre.

En les darreres dècades, un altre mètode s'ha mostrat més eficient, l'anomenada osmosi inversa. Aquest procés, basat a fer pressió sobre l'aigua salada, és el més efectiu pel que fa a la despesa energètica, però genera aigua molt més salada com a subproducte de l'aigua neta produïda.

Al voltant del 80% del consum domèstic d'aigua a les ciutats israelianes prové d'aigua dessalada.

A les Canàries, hi ha més de 300 plantes dessaladores i a la conca Mediterrània de l'Estat es produeixen més de 480 hm<sup>3</sup>/any. Per entendre la magnitud d'aquesta xifra, cal recordar que el pantà de Sant Ponç, al Cardener, té una cabuda de 24 hm<sup>3</sup>; el de la Baells, al Llobregat, de 109,5 hm<sup>3</sup>; el de Camarasa, a la Noguera Pallaresa, de 202 hm<sup>3</sup>; el de Susqueda, al Ter, de 235 hm<sup>3</sup>, i el de Rialb, al Segre, de 400 hm<sup>3</sup>. Per tant, amb l'aigua dessalada a la Península ompliríem cada any el pantà de Rialp i gairebé 4 vegades el de Sant Ponç.

Queda clar que la dessalinització pot ser una alternativa competitiva en alguns casos, però ha de ser més rendible i fàcil reciclar i reaprofitar aigua dolça que salada, especialment si conté menys solts que l'aigua de mar, atès que es consumeixen més de 200 milions de quilowatts/hora cada dia en la despesa energètica de les plantes de dessalinització del món, una quantitat equivalent a la quarta part del consum energètic de tot Catalunya en el mateix temps.

Amb l'aflorament de les ciutats industrials a finals del segle XVIII i la mecanització de l'agricultura, la contaminació va augmentar dràsticament. I els rius van incrementar la rebuda de multitud de compostos orgànics i inorgànics, com detergents, hidrocarburs,

fitosanitaris, metalls pesants o fertilitzants, arrossegats per les aigües d'escorrentia, la xarxa de clavegueram de les poblacions, els hospitals, els escorxadors o les aigües residuals industrials.

Catalunya no es va escapar d'aquesta problemàtica amb escumes i colors diversos als rius, que La Trinca van immortalitzar amb la cançó "El Danubi és blau", inclosa al disc *Nou de trinca*, publicat l'any 1981.

La cançó deia

*El Danubi és blau  
tal com diu l'Strauss  
però el riu Llobregat  
és amarronat  
el Besòs és verd  
i groc n'és el Ter  
L'Ebre vist del mar  
és blanc nuclear  
i el Segre mirat  
des d'un puig  
és color de gos com fuig*

I afegia:

*Com enyorem els pescadors  
ara que han tocat el dos  
que de peixos, si n'hi ha alguns,  
suren junts ben difunts.*

I a la denúncia de La Trinca, els recercadors hi van posar arguments objectius amb dades de compostos, concentracions i efectes biològics sobre tota mena d'organismes que justificaven els fets descrits, i que els legisladors han intentat emprar a l'hora d'elaborar les directives d'aigües per fer front a aquest problema i garantir la salut de la fauna i de la població.

Nascut a Menàrguens (Lleida), **Damià Barceló** es va doctorar en Química per la Universitat de Barcelona (UB) el 1984 (el temps de l'èxit d'*El Danubi és blau* de La Trinca). Com ha quedat palès en la seva lliçó, la seva carrera investigadora s'ha centrat en l'àrea de la qualitat de l'aigua, particularment en el desenvolupament de mètodes per monitoritzar la contaminació orgànica pels denominats "contaminants emergents" (plaguicides, detergents, disruptors endocrins i productes farmacèutics) en aigües d'origen natural i aigües residuals. I per a aquesta tasca, és membre de l'Institut d'Estudis Catalans i figura entre els científics més citats del món, pel nombre i la qualitat excepcional de les seves publicacions, amb més de 68.000 cites a WOS i un índex h de 117, segons dades d'aquest mes.

Atesa la gran diversitat de compostos químics que contenen les aigües, bé provinents de la descomposició de la matèria orgànica natural, bé de les activitats humanes, ja us podeu imaginar que la identificació de compostos particulars enmig d'aquesta enorme barreja és un gran repte científic.

Damià Barceló ha treballat en aquesta identificació ajudant a crear les anomenades "llistes de contaminants emergents", substàncies que s'han reconegut al medi i que s'han d'estudiar per detectar les possibles conseqüències que la seva presència comporta, i així incorporar-les, si cal, a la llista de contaminants prioritaris i a les normatives regulatòries. Com també podeu imaginar, aquest treball és difícil per les baixes concentracions que es fan anar, però alhora ha topat, i topa, amb interessos de grans corporacions que fan el possible per preservar el seu negoci, posant en qüestió els resultats que els incomoden. La solidesa dels resultats és el que dona prestigi al laboratori, i en el cas d'en Damià, això ha estat reconegut amb diferents distincions i premis.

Però el seu treball no només ha estat analític, sinó que ha tingut altres vessants de gran interès públic. El 1991, una directiva europea va obligar a tractar les aigües residuals urbanes, de manera que a partir d'aquesta data es van multiplicar les estacions depuradores. Aquestes estacions solen utilitzar tractaments biològics per a la depuració de les aigües i són dissenyades fonamentalment per disminuir la matèria orgànica present a les aigües residuals.

La monitorització dels contaminants a l'entrada de l'estació és important per detectar si la presència d'un tòxic pot malmetre la colònia de microorganismes responsables de la depuració, però la monitorització de contaminants a la sortida és encara més rellevant, ja que ens mostra el nivell d'eliminació que el procés implantat té respecte a aquest contaminant, ens alerta de la seva limitació, si escau, i ens permet millorar-lo amb l'addició d'etapes específiques (*es poden completar amb cicles per a l'eliminació de nitrogen i/o fòsfor quan un alt valor d'aquests nutrients ho requereix, o processos d'oxidació avançada, osmosi inversa o altres per a compostos que escapin al tractament...*). Un cas concret i de rellevància és el dels antibiòtics. L'assimilació parcial d'aquests compostos per persones i animals fa que estiguin presents a les aigües residuals, amb nivells que poden generar resistències a bacteris i altres microorganismes. La intoxicació per aquests bacteris resistents és un gran perill per a la salut humana, atès que la diversitat d'antibiòtics disponibles és escassa. Els treballs de monitorització han trobat, doncs, utilitat en el seguiment i la millora de les estacions depuradores, i, per tant, han tingut un gran impacte en la conservació del medi i en la salut de les persones.

Un altre aspecte de mèrit del treball desenvolupat pel nostre doctor és la possibilitat de fer estudis de salut pública a partir de determinar la presència de contaminants en les aigües residuals pel que fa a ciutat, barri, edifici... Així, la detecció de residus de drogues d'abús, com la cocaïna, a les corresponents aigües residuals ens indica l'evolució del nivell de consum en una comunitat i ens alerta de la presència d'organitzacions destinades al seu comerç.

És aquest vessant del seu treball el que també està essent útil per fer un seguiment de la incidència del SARS-CoV-2, responsable de la pandèmia que vivim al món i de la qual tot just veiem el que sembla el final del túnel.

Malgrat aquestes contribucions, la feina feta no està acabada i, encara avui, tenen tot el sentit els treballs de vigilància. Nous materials, noves molècules són actualment d'interès per a l'activitat humana i calen nous i millors mètodes per detectar la seva presència al medi ambient i seguir-ne els seus efectes.

S'ha destacat ja el seu intens treball editorial dels darrers anys en revistes científiques de primer nivell mundial de l'àmbit mediambiental o de la química analítica. Tot i que el sistema de publicació no escapa a crítiques ben fonamentades per la posició de poder de les empreses editores, la publicació és bàsica per avançar en la ciència i requereix al capdavant persones amb visió àmplia i criteri per gestionar aquesta feina. Els receradors difícilment entendriem que no hi hagués destacats científics al capdavant de les publicacions. Hem d'entendre aquesta tasca, doncs, també com un reconeixement internacional al nostre doctor.

No puc acabar sense una darrera dada: el 2020, anys en què li va ser atorgat al Damià el doctorat *honoris causa* per la UdL, era alhora anomenat Any Joan Barceló (1955-1980) per l'Associació d'Escriptors en Llengua Catalana amb motiu del 40è aniversari de l'absència d'aquest escriptor extraordinari, germà d'en Damià. Una coincidència que la Covid ens ha manllevat per l'espera derivada de la pandèmia que ha estat necessària per a aquest acte d'investidura.

Acabo: avui incorporem al nostre claustre de doctors un recercador, de la terra, resistent, de gran abast, compromès amb la feina ben feta. Espero que el reconeixement dels teus, de la universitat del teu territori, no hagi arribat tard, com sol passar. No hem pogut ser la primera universitat del món, però sí la primera a l'Estat espanyol, encara que per poc. Espero que sigui un motiu de joia per a tu i per a la família que t'acompanya.

Estic segur que la UdL es beneficiarà en gran manera d'aquesta incorporació. Hem de fer un pas endavant per enfocar els grans reptes que com a societat tenim plantejats i buscar-ne les solucions, com el treball que en Damià ha fet. Rep, doncs, una forta abraçada de benvinguda, i a tots els presents i als que ens seguïu per *streaming*, moltes gràcies per la vostra assistència.



Universitat de Lleida