

# hc

*Doctor Honoris Causa*

**Josep Amat i Girbau**

---

Universitat  
de Girona

# hc

*Doctor Honoris Causa*

**Josep Amat i Girbau**

---

Parlaments de la cerimònia d'investidura llegits  
el dia 15 de desembre de 2022 a l'Aula Magna Modest Prats de la UdG

Girona, desembre de 2022

  
**Universitat  
de Girona**  


Edita: Universitat de Girona. Servei de Publicacions.  
Octubre 2023  
Dipòsit legal: GI 1425-2023

---

Acord del Consell de Govern de la Universitat de Girona, en la sessió ordinària núm. 5/2022, de 28 de juliol de 2022

El Consell de Govern, en sessió ordinària núm. 5/2022, de 28 de juliol de 2022, va adoptar l'acord que diu: Aprovar la **concessió del títol de doctor honoris causa de la Universitat de Girona al Dr. Josep Amat i Girbau**, d'acord amb la proposta presentada pel Departament d'Arquitectura i Tecnologia de Computadors.







**LAUDATIO DE JOSEP AMAT I GIRBAU  
A CÀRREC DEL DR. JOAN BATLLE GRABULOSA**

---







Estudiants, professorat, autoritats i amics.

Avui tenim el plaer d'homenatjar el Sr. Josep Amat. Alguns us preguntareu per què no l'he rebut amb el tracte de doctor, i és que de doctors n'hi ha molts, però de senyors molt pocs, i en Josep és, pel cim de tot, un senyor amb majúscules.

Fa trenta anys que ens coneixem. Hem compartit projectes i experiències vitals, i us haig de dir que mai l'he vist enfadat, ni deixant anar una sola paraula fora de to. També és cert que el seu parlar tranquil pot ser molt més incisiu i allisonador que el d'aquells que saltem a la primera.

En la meua condició de padrí tinc la responsabilitat de presentar-vos els mèrits d'en Josep que el fan mereixedor d'aquest reconeixement, per la qual cosa parlaré en primer lloc de la seva vessant científica.

En Josep és un geni en sentit estricte. El seu cervell genera les idees més inversemblants i, al cap d'uns anys, t'adones de com n'estava d'encertat. Sempre s'ha avançat en el temps, encara ara, i el seu lloc hauria d'haver estat Califòrnia. Però un compromís amb el país l'ha retingut, per sort nostra, a Catalunya.

No faré una relació detallada dels centenars de contribucions seves en tecnologies relacionades amb la indústria, la robòtica, la visió per computador o en àmbits de tecnologia assistencial. No tinc cap interès a avorrir l'auditori. Però sí que us en presentaré un petit resum, que començarà amb una anècdota.

Sembla que de petit ja ho havia de desmuntar tot. Aquí on el veieu, se'n va anar a fer la mili de voluntari a Marina, i en Gabriel Ferraté, el seu director de tesi, bromista genètic, li va dir que agafés l'oscil·loscopi, un aparell de 5 o 6 quilos, que allà tindria molt de temps lliure, i podria treballar amb la tesi, etc. I així ho va fer.

Com a enginyer, va ser assignat a telecomunicacions, i resulta que el radar del vaixell on estava destinat no havia funcionat mai correctament. Va demanar permís per remenar-lo i amb el seu oscil·loscopi va aconseguir ajustar les freqüències. Els alts comandaments es van fixar en ell i li van encarregar posar en ordre els diferents radars de la Marina.

Es va habilitar el vaixell de càrrega *Castillo de la Mota*, al qual es va incorporar la tecnologia necessària per tirar endavant el projecte. L'equip d'en Josep va desenvolupar un discriminador dels senyals de radar i desenvolupà alhora un sistema de navegació automàtica per ordinador, que va ser provat en un primer viatge des del golf de Mèxic fins al port d'Odessa, al mar Negre el març de 1973, passant per l'estret de Gibraltar i el Bòsfor, considerats com els punts de més congestió de trànsit marítim.

Al capità del vaixell i als integrants de l'equip investigador l'Estat els va concedir la Medalla del Mérito Naval, excepte a en Josep, perquè no va acceptar que el seu nom fos traduït a José quan es publicués la distinció al BOE.

Ja més endavant, en la seva carrera acadèmica, el Dr. Josep Amat va desenvolupar el primer sistema de guiatge amb la mirada, així com una aplicació de seguiment per visió per computador, que va guanyar en velocitat de resposta la superpotent *Connection Machine* del MIT per un factor de 5 vegades a 1.

També cal remarcar la seva aportació al laboratori d'intel·ligència artificial del MIT (EUA), on va desenvolupar, entre el 1995 i el 1999, una interfície de control gestual basat en la modelització 3D del cos humà, considerada en aquells anys com el més avançat.

Remarcable també és la seva activitat en el sector de la transferència industrial, mitjançant la creació de *spin-offs* a la UPC, de les quals cal ressaltar:

- MAPS, Automatismes Electrònics, SA, per la qual va rebre del president de la Generalitat el Premi a les millors iniciatives empresarials del 1986, i que avui continua activa.

- Erovi, SL. Va ser cofundador de l'empresa, dedicada al disseny i fabricació de sistemes d'inspecció basats en la visió per ordinador. Aquesta iniciativa va guanyar el concurs per a la inspecció del paper moneda de la Fàbrica Nacional de Moneda y Timbre de Madrid; es va considerar que el sistema tenia interès estratègic i es va decidir que l'empresa estatal Enosa adquirís l'empresa el 1991.

Més remarcable és encara la seva activitat estrella en recerca, orientada a l'assistència en cirurgia i que s'inicià amb col·laboracions amb el Dr. Enric Laporte per a assistència robòtica en cirurgia laparoscòpica, aconseguint fer la primera intervenció real el 1996. Posteriorment ha anat treballant en la robotització en altres especialitats com ara la cranioencefàlica, l'ortopèdia i fins a la més recent, la cirurgia prenatal.

Darrerament, seguint aquesta línia de recerca, és cofundador i director tècnic de l'empresa Rob Surgical Systems, *spin-off* de la UPC i de l'IBEC, que té per objectiu desenvolupar i comercialitzar robots quirúrgics. Actualment el robot *Bitrack*, desenvolupat per a cirurgia laparoscòpica robotitzada, està en procés d'obtenir la certificació europea CE i l'americana FDA.

Aquesta tasca científica està avalada també pel seu lideratge acadèmic i per un total de 15 patents, algunes d'elles encara en explotació.

Voldria centrar-me ara en la seva vessant humana i social envers el nostre país.

Potser el millor és fer-vos partícips d'algunes anècdotes del nostre dia a dia. Us puc dir que viatjar amb ell pot resultar una experiència que podríem qualificar com a remarcable. Us en posaré alguns exem-

ples per il·lustrar el seu tarannà, però vull deixar clar que són exemples i que en cap cas ho puc atribuir a frases reals sortides de la seva boca.

Imagineu-vos que aneu amb cotxe i heu de travessar un pont penjat d'un riu. «Aquests tensors no estan ben dissenyats, perquè quan bufi tramuntana els del final aguanten més pressió que els del principi i es pot provocar un desequilibri que acabarà desgastant més unes ròtules que unes altres.»

Bé, seguim el viatge; passa una estona curta...

«Aquestes torres elèctriques no caldria que fossin tan altes, perquè per aquesta zona la tensió de transport no superarà mai els 100.000 volts, i el seu manteniment seria més fàcil...»

No segueixo. Us sona aquell viatge de 700 quilòmetres amb els nens i que abans d'entrar a l'autopista la petita us pregunta «Quan arribarem?» Doncs això, dins teu et vas preguntant: quan arribarem?

Ja enteneu que faig broma, i us seré franc, aprens més amb ell compartint un viatge d'una hora que en un mes a la facultat.

Si ens centrem en les seves aportacions socials envers la llengua i la cultura del nostre país, en Josep ha mantingut el seu compromís de manera inalterable, malgrat les anades i vingudes polítiques, que podrien desmoralitzar a qualsevol.

Vull posar alguns exemples de la seva implicació social.

Amb motiu dels Jocs Olímpics de Barcelona, va ser el director tècnic adjunt que va promoure la recuperació del sistema de llum i so de la Font Màgica de Montjuïc, mantenint la instal·lació original al màxim. Un gran patrimoni històric.

Ha estat també:

- Membre de la comissió executiva de Control de la Qualitat Urbanística de l'Ajuntament de Barcelona.
- Membre del consell consultiu d'Hàbitat Urbà de l'Ajuntament de Barcelona.
- Membre del Patronat Barcelona Smart City.

- Col·legiat d'Honor del Col·legi d'Enginyers Informàtics de Catalunya (2015).
- Membre del Consell Executiu i vicepresident del Consell d'Iniciatives Locals per al Medi Ambient de les Comarques de Girona, promogut per la Diputació (2002-2007).

Pel que fa referència a premis i distincions, voldria ressaltar els més importants:

- 1r Premi d'Aplicació de la Tecnologia al Procés o Producte Industrial. Generalitat de Catalunya (1984).
- Medalla Narcís Monturiol al Mèrit Científic i Tecnològic, atorgat per la Generalitat de Catalunya (juliol 1989).
- Premi Internacional Barcelona'92 de l'Olimpíada Cultural a la innovació tecnològica. Projecte: «TOU, braç assistencial».
- Premi a la Creativitat 1995, concedit pel Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya, pel desenvolupament d'un sistema d'inspecció mitjançant la visió per ordinador.
- Premi de la Fundació Catalana per a la Recerca (actualment Premis Nacionals de Recerca). Reconeixement de la trajectòria científica a Catalunya (novembre 1995).
- Premi Ciutat de Barcelona 1996 a la Investigació Tecnològica, pel disseny d'un robot aplicat a la cirurgia laparoscòpica.
- Premi d'Honor Jaume I 1998 per l'acció de caràcter científic, cultural, social o artístic als Països Catalans atorgat per la Fundació Lluís Carulla.
- Premi Xifra i Boada a la transmissió del coneixement científico-tècnic, atorgat pel Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Girona (2014).
- Premi a la trajectòria acadèmica a la 1a Nit de la Robòtica, Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya (2015).

Finalment, el reconeixement definitiu va ser quan se li atorgà la Creu de Sant Jordi el passat 2020.

Per acabar, cal parlar dels mèrits que justifiquen amb escreix la proposta d'honoris causa, i que fan referència al seu suport a la Universitat de Girona.

En Joan Martí, en Xevi Cufí i jo mateix vam entrar a la Politècnica quan encara era una escola de grau mitjà, l'any 92. Nosaltres no érem encara doctors, i fou mercès a un concurs per una plaça de professor associat que vam entrar en contacte amb persones com ara Antonio Benito Martínez, o l'Àlicia Casals, la mà dreta d'en Josep, i va començar la relació amb unes persones extraordinàries, amables i humils, que sempre ens van tractar d'igual a igual.

La primera trobada amb en Josep, l'any 93, a la Politècnica de Catalunya, va ser en certa manera esperpèntica per a nosaltres. Unes presentacions breus, salutacions, benvinguda al departament de la secció de Girona i... «Us agradaria fer recerca?» Estàvem intentant entendre la frase quan el nostre silenci s'interpretà com un sí, i ens cau la segona pregunta: «Us faria il·lusió fer un robot submarí?»

Cal entendre el context: en Joan Martí, en Xevi Cufí i jo mateix acabàvem de deixar les nostres activitats empresarials per integrar-nos a temps complet a la universitat. I, en resposta a la proposta d'en Josep Amat només se'ns va acudir una pregunta per intentar entendre quin seria el nivell de la tragèdia... «Haurà de ser molt llarg, aquest submarí?» En Josep agafà paper i llapis i ens dibuixà com havia de ser la primera andròmina que caldria construir de zero i que hauria de bellugar-se sota l'aigua, mirar el fons marí, recollir objectes, i què sé jo!

La realitat i el pas del temps li han donat la raó, ja que hem acabat construint un centre de robòtica submarina reconegut a escala internacional, i aquest fet no hauria estat possible sense aquesta primera conversa ni la participació al llarg dels primers anys en els projectes de recerca del Dr. Amat. Sense ell, el centre CIRS no existiria, i vull manifestar públicament ara, en aquest noble entorn, el nostre agraïment en nom de tot el grup de recerca del VICOROB.

Però, anècdotes a part, el Dr. Amat ens ha donat tant de suport al llarg dels anys, tanta seguretat en les nostres oposicions, tanta ajuda en la nostra activitat de recerca, que només podem tenir per ell un reconeixement etern. Sempre va venir de president per a les nostres places, i abans de les proves ens obligava a fer-li la presentació, que ens aixafava sense pietat, esmicolant-la des de la primera frase, una i altra vegada, fins que tenien el nivell que requeria; i tots l'hi agraïem profundament. Sovint el jovent té la virtut de parlar basant-se en la seva ignorància; nosaltres també ho devíem fer, i en Josep no tenia cap consideració per fer-nos posar els peus a terra. Gràcies, de tot cor, per tractar-nos com es tracta un fill.

Per tots aquests motius, Excel·lentíssim Rector, proposo que sigui atorgada al Dr. Josep Amat la condició de doctor honoris causa.

Moltes gràcies.

Joan Batlle Grabulosa

Girona, 15 de desembre de 2022









## **DISCURS DEL DR. JOSEP AMAT I GIRBAU**

---



Director  
honoris causa

p Amat... au

versitat  
irona



Benvolgut rector, professorat del claustre de la Universitat de Girona, amics i amigues. És una gran satisfacció estar aquí per rebre aquest honor. Estic molt agraït. Ara tindrè un lligam amb la Universitat de Girona més formal, que agraeixo molt. El lligam que tinc amb aquesta Universitat ja ve de lluny i va començar entorn de la robòtica submarina. Els nostres treballs conjunts els iniciàrem quan formàvem departament conjuntament a la UPC amb professorat del que ara és el Departament d'Arquitectura de Computadors de la UdG, abans de la creació de la Universitat el 1991. La recerca en comú en robòtica submarina va començar el 1990. Com tota recerca, és part d'una contínua acumulació de saber; per tant, parteix i recolza en tots els treballs realitzats fins aquell moment, fruit en aquest cas d'una relativament llarga història del desenvolupament tecnològic que caracteritza el progrés de la humanitat.

### **Antecedents**

La robòtica submarina neix, d'una banda, per l'interès a conèixer els desconeguts fons marins i la seva variada fauna, i de l'altra, com passa en molts àmbits, per un interès militar. Les dificultats que suposa endinsar-se al fons dels mars i poder conèixer tot un món molt ric en flora i fauna, va propiciar el naixement de tota una mitologia i de moltes llegendes que han perdurat durant molts segles.

L'interès en l'exploració submarina es remunta a l'antiguitat, amb el disseny de ginys molt primitius però eficients. Els assiris utilitzaven un bot de xai inflat per poder respirar sota l'aigua, ja que la pressió a l'interior d'un bot, una pell de xai cosida, en submergir-se, varia amb

la profunditat i és la mateixa que la de l'exterior. Aquests estris es feien servir per poder extreure el corall o les perles, per comerciar-hi. També varen ser utilitzats com un recurs militar en temps de guerres.

En l'època de la Grècia antiga, està documentat que feien servir la *leveta*, una campana suspesa per unes cordes que podia contenir una persona a l'interior, i que va permetre a Alexandre Magne fer una immersió, segons uns manuscrits antics, amb una gran bota de fusta amb finestres de vidre, que li permeté observar les meravelles del fons marí.

Aquesta tecnologia, tan simple com eficaç, va ser la utilitzada pels pescadors de corall o per als treballs de recuperació que calia fer sota el mar, fins a l'aparició de l'escafandre, a finals del segle XVIII. Per poder treballar en immersió sense limitacions de temps, Leonardo da Vinci va fer el disseny d'unes aletes i una màscara amb un tub respirador i també un reservori d'aire, com a escafandre, per poder constituir l'home-peix. Aquesta va ser una de les moltes propostes que va fer com a enginyer i inventor, inclosa en el *Codex Atlanticus*, el conjunt de dibuixos que va fer entre 1481 i 1519.

El primer submarí que va poder navegar va ser el *Nautilus*, desenvolupat pel químic i òptic Cornelius Drebbel (1572-1633), un inventor neerlandès, que entre altres artefactes va inventar el microscopi. Drebbel també va desenvolupar, entre el 1620 i el 1624, un vaixell amb una coberta estanca i propulsat a rem. Amb aquest vaixell va aconseguir navegar semisubmergit pel Tàmesi, a petició del rei Jaume VI d'Escòcia i I d'Anglaterra.

Aquest tipus d'invents realment no tenien capacitat d'operar sota el mar i se seguia utilitzant la campana. Un apreciable perfeccionament l'aportà el mecànic de Barcelona Andreu Ximénez el 1655. Per realitzar la tasca més eficaçment, la millora que va introduir Ximénez va ser construir un pont sobre dues barques unides, com seria actualment un catamarà, i utilitzar el pont per facilitar la hissada i arriada de la campana per poder renovar l'aire de l'interior. Amb l'ajut d'aquest muntatge de campana i embarcació de suport, es van recuperar molts tresors de plata i or.

Al marge d'aquests invents, per poder realitzar treballs submarins de forma més simple i efectiva, l'anglès John Lethbridge (1675-1759), que era un caçador de tresors submarins, entorn del 1715 va construir un nou equip de busseig consistent en un vestit de fusta amb unes mànegues de pell, amb què es va aconseguir recuperar amb èxit tresors enfonsats. Amb aquest dispositiu va aconseguir arribar fins a 25 metres de fondària i es va fer molt ric amb les seves recuperacions en galions espanyols i anglesos naufragats.

### **Els grans exploradors dels segles XVIII i XIX**

En anys posteriors hi va haver grans avenços en la cartografia dels oceans, però no avenços tecnològics que permetessin l'exploració submarina.

De tots els exploradors de l'època, el més rellevant va ser James Cook (1728-1779), amb tres grans viatges, amb els quals va aportar grans avenços en la cartografia nàutica de les costes australs i també de l'Atlàntic nord.

La primera expedició orientada a fer un estudi científic global de tots els fons marins dels oceans va ser la portada a terme pel biòleg anglès Charles Wyville Thomson (1830-1882), professor de la Universitat d'Edimburg, amb la corbeta de la marina anglesa *HMS Challenger*. L'expedició va començar el 7 de desembre del 1872 al port de Portsmouth, al sud d'Anglaterra, i va retornar el 24 de maig de 1876, després d'uns 41 mesos de navegació i haver recorregut un total de 127.653 quilòmetres.

Entre els descobriments de l'expedició *Challenger* es va identificar una de les parts més profundes de l'oceà: la fossa de les Mariannes, al Pacífic occidental. Els resultats científics del viatge del *Challenger* van ser elaborats entre els anys 1880 i 1895 i es van publicar en 50 volums, amb 30.000 pàgines.

Amb el desenvolupament de la telegrafia durant el segle XIX, va augmentar l'interès en l'obtenció de sondatges i mostres del fons a les grans profunditats. El matemàtic, físic i enginyer britànic William



Thomson (1824-1907), posteriorment reconegut per totes les seves aportacions científiques amb el títol de Lord Kelvin, entre els seus descobriments i invencions va desenvolupar un sistema de sonda mecànica. Lord Kelvin també va introduir uns tubs invertits a la sonda que contenien cromat de plata com a marcador de la profunditat assolida.

### **Primers desenvolupaments de submarins al segle XIX**

L'interès per desenvolupar enginyers que permetessin l'exploració submarina va augmentar amb força durant el segle XIX. En el desenvolupament de submarins, cal destacar un nou *Nautilus* que va ser desenvolupat per Robert Fulton (1765-1815), un inventor nord-americà, que va experimentar a París el 1800 un submarí desenvolupat amb finalitats militars per encàrrec de Bonaparte.

En aquells mateixos temps, Narcís Monturiol (1819-1885), un advocat de Figueres que va exercir d'enginyer, impressor, editor, activista i polític, també es va interessar per l'exploració de les possibilitats de la navegació i la realització de treballs submarins. El 1857 va decidir, amb uns amics, formar una societat dedicada a la realització de treballs i recuperacions submarines i a la pesca de corall, i el 1859 ja va fer la primera exhibició pública del seu primer submarí al port de Barcelona, navegant en immersió més de dues hores.

Amb aquest primer submarí, popularment conegut com a *Ictineu I*, Monturiol va fer 69 immersions, totes elles sense cap incidència, però malgrat això no va aconseguir cap ajut públic. Però per subscripció popular es va fer possible crear el 1864 la societat La Navegación Submarina, amb l'objectiu de desenvolupar l'*Ictineu II*.

Per a aquest nou submarí Monturiol va descartar la propulsió elèctrica, i va optar per utilitzar una màquina de vapor i generar la calor necessària mitjançant una reacció química. L'*Ictineu II*, tot i aportar grans innovacions i obtenir bons resultats, no aconseguí cap aplicació i això va provocar que el desembre del 1867 els tallers de l'*Ictineu* fossin tancats i els dos *Ictineus* fossin desballestats i venuts com a ferralla per poder indemnitzar els deutors.

## **Els treballs submarins i el desenvolupament de la telegrafia al segle XIX**

Amb el desenvolupament de la telegrafia, va sorgir la necessitat d'estendre cables entre continents, i això va obligar a tenir un millor coneixement dels fons marins i a disposar d'un nombre més elevat de sondatges i mostres del fons a les grans profunditats. Utilitzant aquests mètodes de sondatge, es va descobrir i començar a cartografiar la serralada dorsal Atlàntica central i es va poder així planificar l'estesa de cables submarins de comunicació telegràfica.

Després de grans dificultats, l'estesa d'un cable transatlàntic va culminar amb èxit el 5 d'agost del 1858, i després de les proves i de la posada a punt, es va transmetre el primer missatge oficial el 16 d'agost, amb una salutació de la reina Victòria d'Anglaterra al president dels Estats Units, James Buchanan.

## **El desenvolupament dels vestits hermètics**

Els vestits de busseig que havia desenvolupat John Lethbridge el 1715 van ser perfeccionats per poder tenir mobilitat de braços i cames, i poder assolir més profunditat. Aquests vestits, coneguts com a ADS (*atmospheric diving suit*), permeten arribar a unes profunditats molt més elevades i retornar a la superfície sense haver de fer pauses de descompressió. El primer disseny pròpiament antropomòrfic d'ADS va ser construït pels germans Alphonse i Theodore Carmagnolle de Marsella el 1882.

D'aquest tipus de vestits ADS se n'han anat construint i comercialitzat repetidament fins a l'actualitat per satisfer l'interès per la realització de treballs submarins a grans profunditats, i especialment els realitzats per les companyies petrolieres.

## **El desenvolupament de batisferes i batiscafs**

A més dels vestits unipersonals, hi havia també interès a poder explorar els fons marins amb vehicles d'immersió profunda tripulats. En aquesta línia, el naturalista nord-americà Charles William Beebe

(1887-1962) va desenvolupar una batisfera, un buc esfèric d'acer amb el qual, després de repetides proves, el 1930 es va poder observar per primera vegada l'existència de peixos i diversa fauna marina per sota de la capa amb il·luminació solar, entorn dels 80 metres. El 1934 es va aconseguir arribar fins als 906 metres de profunditat.

Pocs anys més tard, l'enginyer mecànic i inventor suís Auguste Piccard (1884-1962) va dissenyar un vehicle d'immersió profunda dotat de propulsió pròpia que va denominar *batiscaf*. Després de diverses proves d'immersió en profunditat, el batiscaf batejat com a *Trieste* va ser transportat a l'illa de Guam, i el 23 de gener del 1960 va fer una immersió a la fossa de les Mariannes, arribant a tocar fons a 10.910 metres, a la fossa més profunda del món, on mai més ningú ha pogut tornar.

Anys abans, el 1964, la marina dels Estats Units ja havia començat a desenvolupar l'*Alvin*, un nou vehicle d'immersió profunda, però més lleuger i més maniobrabable, per operar també amb dos tripulants però en aigües menys profundes, fins als 4.500 metres. Per la seva maniobrabilitat, aquest vehicle va ser utilitzat en molt diverses operacions. La que li va donar més notorietat va ser el rescat de la bomba atòmica caiguda al mar a prop de Palomares (Almeria) el 17 de gener del 1966. L'*Alvin* també va ser utilitzat per a la inspecció de les restes del submarí nuclear *Scorpion* (SSN-589), que s'havia perdut el 1968. Després de reiterades reformes i millores, l'*Alvin* segueix sent utilitzat per la marina dels Estats Units i, per fer recerca, per la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

### **El desenvolupament dels robots operats remotament (ROV)**

A mitjans de la dècada de 1960, la marina dels Estats Units va començar a desenvolupar un nou tipus de vehicle submarí teleoperat i dotat de cable umbilical per a la connexió amb l'exterior, per rebre les imatges, poder controlar el vehicle i el braç robòtic i subministrar l'energia des de l'exterior. D'aquesta forma ja no havien d'afrontar-se tots els problemes tecnològics derivats d'haver d'assegurar l'habitabilitat i seguretat per als tripulants.

Les plataformes per a l'extracció de petroli o de gas sobre el fons marí van començar a ser construïdes a principis del segle XX, i van tenir la necessitat de comptar amb uns ROV que permetessin realitzar treballs als fons marins per a aplicacions civils, però també militars. Això va portar la marina nord-americana a desenvolupar, a la dècada de 1960, aquest tipus de vehicles.

La missió més complexa realitzada va ser l'*Azorian*, desenvolupada el 1974. L'objectiu va ser recuperar un submarí soviètic K-129, un submarí de propulsió convencional però dotat de míssils balístics amb càrrega atòmica que es va enfonsar al Pacífic. Com que les tasques de recuperació, que serien lentes i força complicades, també serien fàcilment detectades per la marina soviètica, des del departament de Defensa es va organitzar un pla amb aparença de prospecció d'unes suposades reserves de magnesi, i es va preveure un termini de 6 anys. Després de llargs treballs, es va poder agafar la meitat de proa del submarí, la que portava els míssils nuclears.

En la dècada dels anys 1950 la Royal Navy britànica també havia desenvolupat els seus ROV per a la recuperació de torpedes i mines, i estava dotat de tres propulsors i un braç robòtic.

La marina francesa també va desplegar el seu programa de desenvolupament de vehicles submarins, tant per a aplicacions militars com per a la recerca en biologia, a través de l'empresa pública IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer). Aquesta empresa va desenvolupar diferents vehicles: el submarí *Nautile*, el vehicle remolcat d'immersió profunda *Argo*, dotat de càmeres, que va permetre localitzar les restes del *Titanic* el 1985, el submergible lleuger *Cyana*, el ROV capaç d'operar fins a 6.000 metres *Victor 6000*, el ROV lleuger *Vortex* i el vehicle submarí autònom (AUV) *AsterX*.

A la República Popular de la Xina també es va iniciar un programa de desenvolupament de robots submarins, inicialment per a aplicacions de salvament i rescats militars, i posteriorment també orientats a tasques civils.

## Els vehicles autònoms (AUV)

Per a la realització de tasques en amplis espais submarins no és possible utilitzar cables umbilicals amb el vaixell de suport, i per això s'han desenvolupat els vehicles submarins autònoms AUV (*autonomous underwater vehicle*), també coneguts com a UUV (*unmanned underwater vehicle*).

Els primers desenvolupaments van ser els de la Universitat de Washington el 1957, el SPURV (*special purpose underwater research vehicle*). A la URSS es va desenvolupar el *Crab*, al laboratori de recerca en tècniques submarines de Leningrad (Sant Petersburg), inicialment a poca profunditat, però en posteriors versions, el 1971 ja operava a 3.000 metres de profunditat i el 1972, a 4.000 metres. Al MIT van desenvolupar l'*Odissey* el 1992, que va fer les primeres exploracions desenvolupades a l'Antàrtida, i posteriorment l'*Odissey II*, el 1994, que podia operar fins a 6.000 metres de profunditat.

També han estat desenvolupats uns AUV planadors (*gliders*), uns vehicles molt hidrodinàmics sense hèlix propulsora, dissenyats per poder fer navegacions molt llargues amb molt poca energia, tot i que a molt baixes velocitats. Aquests planadors avancen fent una successió de descensos i ascensos modificant la flotabilitat, comptant amb unes hidroales. El 1992, a la Universitat de Tòquio, es van fer les proves amb èxit, amb un primer prototipus, l'*Albac*. El 1988 també s'havien començat a desenvolupar prototipus experimentals a Amèrica del Nord i a la URSS, i a la dècada del 1990 ja va ser una tecnologia molt assumida per diferents laboratoris.

Un altre tipus de propulsió dels robots planadors és la tèrmica. Donat que a la superfície la temperatura de l'aigua és pròxima a l'atmosfèrica i a majors profunditats disminueix fins a temperatures d'entre 4 i 2º, s'utilitza l'energia tèrmica per provocar la variació de la seva densitat. Amb aquests planadors s'aconsegueix realitzar recorreguts de més de 600 quilòmetres amb unes simples piles. Després de molts intents fallits, el 2009 es va aconseguir la primera travessa transatlàntica amb un AUV planador.

Per acumular totes les dades que adquireixen els planadors dels diferents grups de recerca, es va desenvolupar Dockserver, una eina de

coordinació i control oberta a tots els usuaris, operatiu des de 1998, que reuneix totes les dades obtingudes.

Dins de l'àmplia gamma de vehicles submarins desenvolupats en els darrers anys, cal destacar l'*OceanOneK*, un robot humanoide submarinista desenvolupat a la Universitat de Stanford, pensat per fer exploracions científiques i exploracions i rescats d'interès històric o econòmic, amb les mateixes condicions que ho faria un submarinista humà.

### **La recerca en robòtica submarina a Catalunya**

Aquesta visió prèvia de les principals fites que s'han anat aconseguint en el camp dels vehicles submarins permet situar les disponibilitats que s'oferien a la dècada de 1990. En aquells anys ja s'havia pogut observar moltes noves espècies que es troben al fons marí, però tots aquests avenços anaven molt orientats a les tasques de rescat i a les de suport a les plataformes petrolieres, i en alguns casos a la recerca en geologia marina. Va ser el destacat biòleg Ramon Margalef (1919-2004), que va ser catedràtic d'Ecologia a la Universitat de Barcelona, un pioner i un referent mundial, el que es va començar a interessar per poder disposar d'un ROV per als seus treballs de recerca en biologia marina. La possibilitat de fer llargues observacions de la flora i la fauna submarina i recollir mostres a profunditats que els seus col·laboradors no podien assolir amb escafandres el motivà a cercar alternatives. Però en aquells anys aquests dispositius eren d'un cost molt elevat, i els feia inassolibles per a aquestes tasques. Va ser per això que Margalef va pensar que calia desenvolupar un vehicle manejable i econòmic orientat a ser utilitzat en aquest camp de recerca, i que permetés fer les observacions i la recollida de mostres que es necessitava. Donat que a tot l'Estat no hi havia cap empresa ni grup de recerca especialitzat en aquest camp, va recórrer al nostre grup de recerca en robòtica de la UPC per aconseguir aquesta fita. La seva petició va ser ben rebuda i el 1990 es va començar a elaborar un conjunt de requisits que permetessin donar lloc a un ROV de cost reduït orientat a la recerca en biologia marina.

Per donar resposta a aquest repte es va desenvolupar el projecte Garbí, finançat pel govern espanyol, en els projectes CICYT, en la con-

vocatòria de 1991. Aquest projecte va ser avalat pel mateix Margalef, tot i ser ja emèrit, i es va començar a experimentar al canal d'onatge de què es disposa a l'Escola de Camins, Canals i Ports de la UPC, el 1992. Va fer les primeres immersions en profunditat al mar el setembre de 1995 i posteriorment va ser provat en mar obert, explorant el fons de la costa davant de Mataró, a 60 metres de profunditat, utilitzant com a vaixell de suport el *Barcelona*, el veler-escola de la UPC.

Un repte assumit va ser el de participar amb una demostració en condicions reals dins del 7è Congrés Internacional en Robòtica Avançada (ICAR'95), que en aquella edició tenia lloc a Sant Feliu de Guíxols. El dia de la prova es van presentar el *Vortex* i el *Garbí*. La prova va consistir a submergir un robot i dipositar-lo al fons i després l'altre se submergia i feia l'exploració fins a trobar-lo.

Al port, a part dels congressistes, s'hi havia congregat un nombre apreciable de gent curiosa de Sant Feliu, i l'espectacle va resultar molt vistós.

En anys posteriors, el projecte *Garbí* va ser completat i s'aconseguí més capacitat. Es va obrir la possibilitat de començar a fer expedicions útils per als biòlegs de l'equip de Ramon Margalef, l'inspirador inicial del projecte. La primera expedició d'interès per als biòlegs es va programar el 2002 per fer una extracció de mostres del fons del llac de Certascan, al Pirineu, però el dia de l'expedició, com que es requeria l'ús d'un helicòpter, per manca de visibilitat es va decidir suspendre-la i programar-la per a la primavera de l'any següent. Malauradament, la salut d'en Margalef ja no ho va permetre.

La recerca en robòtica submarina a la UPC va rebre el 2005 un encàrrec que va obligar a desenvolupar un altre vehicle. El 1999 l'Ajuntament de Barcelona havia començat a construir els grans dipòsits de contenció d'aigües plujanes, tant per evitar inundacions com per evitar abocar al mar l'aigua amb tota la brutícia acumulada i poder-les depurar abans d'arribar al mar.

L'alcalde Clos, per poder visualitzar la millora de la qualitat dels fons marins, ens va proposar obtenir una fotografia gegant del fons marí d'una llargada d'uns 15 quilòmetres, des del Llobregat al Besós, i d'una amplada d'un quilòmetre.

Per poder obtenir les imatges es va dissenyar un planador remolcat, la *Milana*, que pogués mantenir-se a una distància constant del fons, ajustable entre 3 i 4 metres, per poder obtenir les imatges.

Després de les proves realitzades es van poder traçar un seguit de llargues línies paral·leles a la costa que van permetre generar la imatge contínua del fons.

D'aquesta manera el 2006 es va poder donar a l'Ajuntament un navegador per poder visitar per internet els fons del front marítim de Barcelona, i poder constatar el seu estat de degradació en alguns punts, en especial entorn de la sortida de l'emissari submarí que havia funcionat al Poblenou. La proposta inicial de l'Ajuntament era repetir el treball després d'un temps de funcionament dels dipòsits, però es va optar per instal·lar càmeres en els vuit biòtops que s'havien instal·lat i poder veure per internet, en temps real, el bon estat de les aigües i la regeneració de la fauna que s'havia aconseguit.

L'activitat del grup de recerca en robòtica submarina de la UPC es va anar reduint a partir del 2007, a mesura que augmentava la dedicació a la robòtica quirúrgica, fins a abandonar-la definitivament el 2010, amb el meu pas a professor emèrit.

Afortunadament, la recerca en robòtica submarina no es va extingir als Països Catalans, perquè des del nostre grup de recerca en sortiren dos nous grups. L'un entorn de Joan Batlle, que en constituir-se la Universitat de Girona el desembre de 1991, es va consolidar formant el grup de recerca en Visió per Computador i Robòtica de la Universitat de Girona (ViCOROB), que és ara tot un referent en robòtica submarina. Per altra banda, Joan Olivé, físic mallorquí del grup, va obtenir el 2003 una plaça de professor a la Universitat de les Illes Balears, on constituí el Grup de Sistemes, Robòtica i Visió per Computador (SRV), del qual és director, i que també s'ha especialitzat en robòtica marina.

El grup de Girona, en constituir-se el 1991 en un grup de recerca de la UdG, ja autònom del de Barcelona, va seguir treballant coordinadament amb la UPC en el projecte *Garbí*. L'equip de treball s'havia format per donar resposta a la petició de l'ecòleg Ramon Margalef, desenvolupant dos prototipus, el de la UPC i el de la UdG.



El 1993, en crear Joan Batlle el grup de recerca en Visió per Computador i Robòtica de la UdG (ViCOROB), va aglutinar, a més del grup de robòtica submarina, dos altres grups de recerca, el de visió per computador i el que treballava en el desenvolupament d'eines informàtiques de suport a la docència, i això li va permetre créixer considerablement en els anys posteriors, i el 2014 ja comptava amb 60 investigadors.

Ha estat una gran satisfacció veure la forta dinàmica que prenia a Girona aquest grup de recerca en robòtica submarina.

Primer, una satisfacció en veure, el 2004, la piscina d'experimentació construïda al Centre d'Investigació en Robòtica Submarina (CIRS), al Parc Tecnològic.

Una satisfacció també veure l'evolució dels nous robots submarins. Al *Garbí*, un ROV desenvolupat conjuntament a l'inici d'aquesta línia de recerca, l'ha seguit el nou *Garbí*, convertit en *Garbí AUV*, ja un vehicle autònom. Al cap de poc temps apareix un primer prototipus d'AUV dissenyat per l'equip de Girona, l'*URIS*, un vehicle de càpsula esfèrica dotat de 4 propulsors.

El 2006, per assumir el repte de participar amb èxit al Student Autonomous Underwater Challenge-Europe (SAUC-E), que la Universitat Heriot-Watt i el Centre Oceanogràfic Nacional de Southampton organitzaven per estimular la recerca en el camp de la robòtica submarina, i comptant amb un equip d'alumnes, es va dissenyar l'AUV *Ictineu*. La participació en aquest concurs va ser tot un èxit: l'*Ictineu* guanyà la competició.

D'aquest primer AUV gironí, nascut amb un enfocament de competició docent, en sorgí un nou vehicle més professional, l'*SPARUS*, desenvolupat entre el 2007 i 2008. Aquest AUV en forma de torpede estava orientat a l'exploració submarina, amb capacitat d'operació de fins a 200 metres.

Amb aquest prototipus es va aconseguir de nou guanyar la competició europea SAUC-E, la del 2010, que va tenir lloc a La Spezia (Itàlia), i amb la versió millorada *SPARUS II*, desenvolupada el 2013, es va participar al Grand Challenge euRathlon, un triatló anual internacional de

robots terrestres, aeris i marins que han de cooperar per poder fer front a una situació catastròfica (terratrèmol, explosió...) en un escenari realista. Aquesta competició es va inspirar en les actuacions d'emergència que va caldre portar a terme després del desastre de Fukushima del 2011. El grup ViCOROB hi va concórrer el 2014 en l'apartat de navegació submarina amb l'*SPARUS II*, que va guanyar també en aquesta categoria.

El 2015 s'hi presenta de nou, però per poder concursar en l'euro-Rathlon completa, amb les tres vessants de terra, mar i aire, el grup ViCOROB hi aporta l'*SPARUS II*, i també va guanyar aquest Grand Challenge europeu. Dos anys més tard, comptant amb l'*SPARUS II*, es va repetir l'èxit.

En paral·lel amb l'*SPARUS II* amb forma de torpede, que opera fins a 200 metres de profunditat, es comença a desenvolupar una nova línia amb un vehicle més compacte i lleuger, el *Girona-500*, dissenyat per poder operar fins als 500 metres i que permet incorporar un braç robòtic quan la missió requereix tenir més capacitat d'acció.

Darrerament, el 2020 es presenta també el *Girona-1000*, una nova versió amb capacitat d'operar fins als 1.000 metres.

Veure com aquest grup va seguint aquesta línia de recerca amb tanta força i tan bons resultats produeix una gran satisfacció, encara em satisfà més veure que també té una projecció industrial. El 2016 es crea IQUA Robotics, una *spin-off* de la UdG situada al Parc Científic i Tecnològic, dedicada a la comercialització dels vehicles submarins autònoms.

És per tot això que no em sap gens de greu haver concentrat en els darrers anys tots els meus esforços a la UPC en el camp de la robòtica mèdica, en perjudici de la robòtica submarina. Ara la UdG no solament contribueix a aquesta petita història del desenvolupament tecnològic del nostre país, de la ciència que ajuda a fer avançar el coneixement científic, sinó que també aporta valor a la nostra societat reforçant el teixit industrial de Catalunya.

Amb aquesta revisió històrica de la robòtica submarina i de la tasca conjunta de la UPC i la UdG no tan sols agraeixo a la Universitat de Girona i al seu claustre l'honor que avui em concediu, sinó que tam-

bé vull mostrar el meu agraïment als investigadors que ara estan fent aquesta tasca a la UdG. El progrés del país tan sols és possible amb un progrés tant econòmic com cultural i social.

Les aportacions científiques que estem portant a terme ajuden al progrés del nostre país i a donar a conèixer arreu les nostres capacitats i la nostra identitat, i fent també empresa, com esteu fent, ajuda al progrés econòmic del nostre país i fa possible el progrés social.

Moltes gràcies a tots.

Josep Amat i Girbau





## DISCURS DEL DR. QUIM SALVI

---





Estimats doctor Josep Amat,  
secretària general de la Universitat de Girona,  
rector Batlle –padrí del doctorand–,  
rector Nadal, rectora Geli,  
membres de la comunitat universitària,  
amigues i amics.

La cerimònia d'investidura d'un doctor honoris causa és un acte preeminent de la Universitat.

A mi m'agrada dir que és el moment en què recordem qui som, perquè a través de les doctores i doctors honoris causa ensenyem la nostra essència al món, ens mostrem i ens presentem com a institució.

Amb els nomenaments d'honoris causa hem incorporat al Claustre persones que són exemple d'actituds elogioses i admirables, figures destacades en els àmbits de la ciència i la tecnologia, les humanitats, les ciències socials; figures que han excel·lit en el món del pensament, la cooperació, la cultura, l'activisme social, el compromís pel medi ambient, les lluites reivindicatives pels drets humans. En definitiva, persones que han contribuït a fer de la nostra societat una societat millor.

El ventall és molt ampli i ens remet als diferents àmbits de coneixement de la Universitat de Girona. Perquè la Universitat és un espai on pensar i on debatre. On enriquir-nos d'intel·ligències diverses.



La suma de les intel·ligències és l'emblema del nostre pla estratègic. Un pla que incorpora l'oportunitat i la potència de la intel·ligència artificial i la combina amb la il·lusió, la intuïció i la voluntat de fer de la intel·ligència natural, harmonitzada amb la contraposició d'idees, la diversitat i la crítica de la intel·ligència col·lectiva.

Totes aquestes virtuts conflueixen en la persona del doctor Josep Amat. No cal que les torni a recordar, perquè el rector Joan Batlle, pare del doctorand, ja les ha expressat a bastament, i figuren amb detall en l'acord del Consell de Govern de concessió del títol.

Vull aprofitar aquest moment, tanmateix, per incidir en el símbol que representa Josep Amat per a dues generacions de professors de l'àrea d'Arquitectura i Tecnologia de Computadors de la nostra Universitat, de les quals tinc l'honor de formar part.

El seu mestratge des de la dedicació i el treball, la seva visió per obrir nous horitzons tecnològics, l'exemplaritat de la seva trajectòria científica, la seva capacitat de formar equips, la generositat i dedicació, la seva ajuda desinteressada cap a la Universitat de Girona... tot plegat ha generat un pòsit que ha estat el substrat on hem pogut construir una recerca i una docència de primer nivell internacional.

Avui, per tant, no només investim un nou doctor honoris causa. Avui, amb la investidura del Dr. Josep Amat, celebrem un reconeixement amb majúscules, perquè avui la Universitat de Girona agraeix, públicament i de manera solemne, la generositat i estima d'una persona que ha contribuït a fer-la gran.

En aquests anys, hem viscut avenços tecnològics extraordinaris. És l'època de la història de la humanitat en què el temps ha passat més de pressa: hem estat i som testimonis de canvis constants, tan frenètics com mai no havíem contemplat.

I Josep Amat, en aquest sentit, és un pioner, un precursor, un visionari. Ell mateix, fa uns anys, fixava una de les màximes del recorregut de tot científic: «Una vida professional —deia— ha d'estar sempre, permanentment, en evolució.»

Quasi quaranta anys després, observant la trajectòria del doctor Amat, farcida no només de reflexions i coneixements teòrics, sinó de l'afany incansable de dur els seus coneixements a la vessant pràctica, podem ben afirmar que ha estat un dels científics que ha caminat a les espatlles de gegants. Ho va dir Bernat de Chartres, el filòsof francès del segle XII: «Som com nans damunt les espatlles de gegants.» Una frase que es va fer seva, segles després, Isaac Newton, i que avui em sembla molt oportuna. Aquesta és una reflexió que ens serveix a tots. Anem més enllà perquè veiem el futur gràcies a l'esforç i la saviesa dels que ens han precedit.

Doncs bé, Josep Amat segueix actiu, encara ara, aportant esforç i saviesa, caminant damunt les espatlles de gegants, mirant el futur amb determinació.

De la mateixa manera, nosaltres, generacions d'enginyers, deixebles i admiradors del doctor Amat, podem dir que també hem caminat i caminem sobre les seves espatlles; és a dir, recollim el seu mestratge i, des de la seva dedicació a la ciència i la tecnologia, des del seu coneixement, podem aspirar a continuar el camí de fer la universitat i el saber més enriquidors i fèrtils.

Precursor i visionari, el Dr. Amat ha estat mestre de generacions de tècnics i científics, i home convençut de la idea de fer el que s'ha de fer i de poder-ho fer nosaltres mateixos. Després d'assistir, fa temps, a un congrés de robòtica, va pensar: «Això també ho sabem fer aquí.» I, més endavant, va competir a escala internacional amb tecnologia desenvolupada a Catalunya.

És a dir, la voluntat de construir, d'avançar, d'anar endavant, depèn només de nosaltres.

Més enllà de les vicissituds dels temps, de les dificultats que sorgeixen, la inquietud i l'afany de conèixer sempre són l'empenta que ens propulsa.

Aquest és un dels ensenyaments que avui rebem de Josep Amat. I té a veure també amb la seva mirada.

Les seves recerques sobre el llenguatge dels ordinadors i el funcionament de l'ull humà, sobre el robot que serveix per mirar endins, per explorar en l'interior del cos i també per descobrir el fons marí, ens evoquen la figura paterna, el pintor Amat.

Deia: «Des d'una mateixa finestra es poden pintar quadres molt diferents.» M'atreveixo a afirmar que aquella mirada del pare va revertir en el fill. Des d'una mateixa visió (la tècnica) es pot ampliar la percepció del món (la que fa que la tècnica aportí coneixement).

Una combinació d'art i tecnologia, d'esperit i matèria.

Avui homenatgem no només un home de ciència, de rigor i claredat, sinó també un humanista, un home que ha sabut mirar el futur i transformar el present.

Com feia de petit amb el Meccano, que va ser la il·luminació que li va fer descobrir la màgia de l'enginyeria. Una joguina amb la qual encara juguen els seus nets.

Com els seus nets, nosaltres, deixebles i admiradors, també som hereus d'una tradició, que requereix resiliència per adaptar-se als nous temps i consciència de la necessitat dels canvis... i coratge, imaginació i ambició intel·lectual per fer-ho possible.

Moltes gràcies.

Quim Salvi

Rector de la UdG

Girona, 15 de desembre de 2022















