

# ENTREVISTA A PAOLO DARIO

## Josep Amat

Departament d'Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial. Universitat Politècnica de Catalunya  
Membre de l'IEC



**Paolo Dario**, nascut a Piombino, Itàlia, el 1951, és enginyer mecànic per la Universitat de Pisa (1977). Ha estat professor visitant a la Universitat Brown, als EUA, i a l'Acadèmia Sinica, a Pequín, guardonat a AIST, a Tsukuba, i professor convidat a l'École Polytechnique Federale de Lausana i visitant a la Universitat de Waseda, a Tòquio. Des de 1986 és professor de bioenginyeria a la Scuola Superiore Sant'Anna, de Pisa. El 1989 crea l'Advanced Robotics Technology and Systems Laboratory (ARTS), que compta actualment amb seixanta investigadors, i el 1991 el Microfabrication Technologies Laboratory (MiTech). La seva recerca actual abasta camps com la microenginyeria, la percepció artificial, aplicacions de la robòtica a la medicina i a l'espai. Ha estat guardonat amb premis molt reconeguts a escala internacional i té una gran implicació en diverses institucions científiques internacionals, principalment en el camp de la robòtica, en les quals té responsabilitat. És àmpliament reconegut per la seva recerca prolífica i de qualitat entre la comunitat internacional, principalment en el camp mèdic, tant en cirurgia com en neurorobòtica, i pel seu lideratge i capacitat formativa.

**E**l professor Paolo Dario és el director d'un grup de recerca molt actiu i reconegut en enginyeria mèdica de la Scuola Superiore Sant'Anna, a Pisa, Itàlia. Els seus treballs són molt destacats especialment en el disseny de mans implantables que poden ser actuades a partir dels senyals obtinguts per les mateixes ordres que dona el cervell.

Atès l'interès que mereixen les possibilitats d'implantació de mans, braços o cames artificials, o les possibilitats d'aconseguir recuperar mobilitat en casos de lesions medul·lars, aprofitant una estada de treball del professor Dario a la UPC, li preguntem:

### Com es va iniciar en aquest camp de la recerca, va ser per interès propi o els metges el varen anar a buscar per resoldre aquest tipus de problemes?

La veritat és que sempre he estat jo l'interessat en l'aplicació de l'enginyeria a la medicina. De fet jo vaig començar a estudiar medicina però vaig acabar titulat en enginyeria. Estava interessat en el desenvolupament d'òrgans artificials: cors, pulmons o el pàncrees. També em vaig interessar pels sensors, especialment els sensors de la pell: el tacte. I és a través del tacte que em començo a interessar per la robòtica. Sempre he cregut que la robòtica havia de tenir molta aplicabilitat a la medicina, i per això vàrem començar a desenvolupar la robòtica per a la medicina d'una forma sistemàtica, desenvolupant sistemes biorrobòtics no només com una aplicació, com és el cas de la percepció tàctil, sinó com un instrument científic per comprendre millor com funcionen els sistemes biològics.

### En les pròtesis de mans, quins són actualment els problemes que encara cal resoldre?

En estudiar les possibilitats de desenvolupar pròtesis de mans amb capacitats tàctils, sempre vaig creure que no era possible, ni convenient, ni tampoc ecològic, utilitzar robots industrials. No existeix cap robot com una mà. Sempre he cregut que era molt interessant desenvolupar una mà robòtica com el mateix sistema biològic. Jo sempre he cregut que el problema principal era poder controlar aquesta mà amb el cervell.

Durant molts anys des del camp de la prostètica no es coneixia el de la robòtica, i es desenvolupaven sistemes molt simples, mans com una pinça, sense sensors. Aquests dos mons vivien separats.

Jo de fet vaig començar a experimentar els sensors tàctils per a una mà robòtica els anys 1982-1983, i ja en els anys 1985-1986 vaig començar a treballar en la regeneració nerviosa sobre determinats materials, per poder fer créixer nervis perifèrics amb la idea d'obtenir els senyals provinents del sistema nerviós que permetessin controlar una pròtesi i també per poder enviar senyals de la pell artificial al cervell. En aquells temps la tecnologia era encara imperfecta.

En els anys noranta, nosaltres, com també altres grups, desenvolupem ja sistemes amb aquesta connexió entre el sistema de control de la pròtesi i el sistema nerviós perifèric. En aquests moments nosaltres estem desenvolupant una mà amb destresa pròpia: s'està treballant en una mà que conté tots els seus elements integrats: la mecànica, els motors (que són els músculs), els sistemes de transmissió, els sensors, les bateries i les connexions amb els elèctrodes, i tot implantable. Es vol que aquesta mà sigui utilitzable i que l'usuari pugui agafar alguna cosa i que, amb els sensors utilitzats, la mateixa mà proporcioni al cervell de la persona amputada alguna percepció sobre l'objecte agafat.

Des del meu punt de vista, les perspectives per als propers anys són molt bones, tot i que el nombre d'amputats és reduït i el mercat és molt petit. Tot i això, actualment, amb les guerres aquest nombre creix, i molts d'ells són nord-americans. Per això als EUA s'està fent una important recerca en aquest camp, i per això crec que en els propers dos anys estarà desenvolupada una mà industrial molt millor que les actuals, i dintre de quatre anys aquesta mà estarà controlada directament pel cervell.

La meua resposta és que, efectivament, en els propers anys hi haurà el llançament d'aquest tipus de mans prostètiques.

**I sobre les pròtesis inferiors, les cames, i més especialment per als lesionats medul·lars, hi ha les mateixes perspectives? O, des d'un altre punt de vista, cal renunciar a l'estimulació elèctrica dels músculs de les cames o cal seguir millorant les cadires elèctriques que tant contribueixen a millorar la seva mobilitat i autonomia, o buscar altres alternatives tecnològiques?**

Jo en aquests moments no treballo gaire en el camp de les pròtesis inferiors, però penso que, per a la major part de les persones paralizades, recuperar mobilitat a través de l'estimulació elèctrica no és la solució més acceptable. Però jo crec que amb aquesta tecnologia que estem desenvolupant per a les pròtesis superiors serà possible desenvolupar millores importants per a les pròtesis inferiors.

Una altra via és la dels exosquelets. Els exosquelets és una recerca molt important perquè hi ha tot un món, el de les persones grans. Les persones grans constitueixen un col·lectiu molt més important que el de les persones impossibilitades per traumatisme. La idea de potenciar la capacitat motora de les persones grans és ara una idea molt difusa, i és una solució molt sofisticada.

Voldria recordar que ara fa uns vint anys es va desenvolupar a França un projecte molt famós, el projecte Espartacus, que va originar molta polèmica, consistent a estimular elèctricament el propi esquelet, una idea del doctor Rabis-hong molt bona, però que va arribar massa aviat, era massa d'hora per poder ser realitzada.

Jo penso en una solució mixta, amb un exosquelet amb materials molt avançats, amb actuadors molt millors que els actuals, amb una estructura cinemàtica millor. Hi ha qui pensa, especialment els japonesos, que és possible una arquitectura dissenyada per ser muntada no com a exosquelet a fora, sinó a dins del cos, és a dir, no amb els motors a fora sinó a dins i amb el controlador a fora. De fet es tracta de substituir *de facto* les articulacions i posar el robot a dintre. És una idea que es pot considerar boja, però és una bona idea que podria resultar factible per a situacions greus. Per què no? Per què no creure que una persona paralizada pugui arribar a ser moguda més fàcilment per un assistent amb un controlador extern i uns actuadors interns?

També s'ha desenvolupat un nou sistema de rehabilitació, per ajudar a tornar a caminar, el Lokomat, que ha assolit un gran èxit. És un exosquelet que es basa en la idea de la col·laboració entre la persona i la màquina. Jo penso que els sistemes mixtos són molt interessants, els que per una part es basen en el que fins fa poc es pensava, en sistemes de control extern basats en la interacció de la persona amb la màquina, en què la persona discapacitada controla ella mateixa la màquina en el límit en què intenta fer el moviment, i per altra part amb la idea que és el mateix cervell que mana, percep i que d'alguna forma considera la màquina com una part del propi cos.

Però els cotxets elèctrics són igualment importants, possiblement per a tots els discapacitats és un bon ajut una cadira elèctrica, cosa que no vol dir que no s'hagi de seguir treballant amb la idea de l'estimulació elèctrica, però amb una visió orientada cap a sistemes mixtos.

**Per acabar, m'agradaria que ens donés la seva impressió sobre la recerca que es du a terme en alguns laboratoris sobre sistemes robòtics inspirats en la biologia, com els sistemes que emulen alguns animals o insectes. Aquesta recerca és d'un interès purament científic o tindrà també a curt o mitjà termini una aplicabilitat en medicina o en rehabilitació?**

Quan es va començar a treballar en robòtica mèdica no es considerava una tasca fàcil i menys encara acceptable, i ara la utilització de robots en cirurgia ja és acceptable. De la mateixa manera, en un futur també serà acceptada la robòtica en la neurorehabilitació i les aplicacions de la robòtica en rehabilitació seran molt importants. Els robots esdevindran uns companys de l'home i estaran integrats en tot el nostre entorn. Hi ha d'haver una col·laboració estretíssima entre la màquina i l'home; per a això la màquina ha de funcionar bé amb l'home, ha de conèixer molt bé l'home. Jo no dic que la màquina hagi de pensar com l'home, però ha

d'incorporar el coneixement sobre l'home, i per no produir danys hi ha d'haver un bon coneixement de la biomecànica. De la mateixa manera com una persona adulta mai farà mal a un nen petit, perquè sap que pot fer una cosa i no una altra. Per això la màquina ha de ser d'alguna manera dissenyada com l'home, i no com a còpia de l'home, i per a això cal estudiar la natura, els insectes o altres animals.

Jo penso que una altra gran perspectiva de la biorobòtica no és tant la construcció de màquines útils i amigables, sinó que fa falta anar a una nova generació de màquines que incorporin el coneixement bioenginyerístic de l'home, per fer unes màquines que esdevinguin quasi uns assis-

tents personals, i al mateix temps els robots es converteixin també en un instrument d'estudi del model del comportament i del funcionament de l'home, models que a la vegada han d'ajudar a perfeccionar noves màquines.

Com es veu, doncs, l'estudi de màquines inspirades en la biologia és un camp que ha de ser la base per al desenvolupament de noves màquines que ens ajudin a millorar la qualitat de vida de moltes persones, i desitgem al professor Dario que pugui seguir treballant molts més anys amb la mateixa eficàcia, perquè aquestes fites esdevinguin una realitat més propera. ■