

## CONVERSES AL VOLTANT DE LA INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL EN CLAU CATALANA<sup>1</sup>

Marta R. Costa-Jussà\*  
Maite Melero Nogués\*\*

### Resum

La intel·ligència artificial mou milions d'euros i ocupa una part important de les agendes polítiques i estratègiques dels governs. En aquest article reflexionem sobre aquest concepte difús i ho fem a través de tres entrevistes a tres persones que ocupen llocs rellevants en aquest àmbit, i que a més tenen en comú que són nascudes i formades a Catalunya. Amb elles hem parlat distesament dels orígens d'aquesta revolució tecnològica, del seu impacte sobre l'organització social i el mercat laboral, de les seves implicacions ètiques, de les tendències futures que es dibuixen i també sobre quin paper juguem els catalans en aquesta revolució. En la qüestió catalana hem volgut saber si les nostres universitats són capaces de generar el talent necessari, com impulsar estratègicament el teixit empresarial en aquesta àrea, quin paper ha de tenir l'administració i què hauria de passar perquè la intel·ligència artificial també parli en català. En aquestes converses, els nostres interlocutors ens han transmès la urgència i la necessitat de treballar en la definició d'estratègies concretes de país per tal de no quedar socialment i estructuralment enrere en el que sembla una revolució sense límits.

Paraules clau: intel·ligència artificial; aprenentatge profund; aprenentatge no supervisat; xarxes neuronals; llengua i tecnologia; tecnologia i ètica.

## CONVERSATIONS AROUND ARTIFICIAL INTELLIGENCE FROM THE CATALAN PERSPECTIVE

### Abstract

*Artificial intelligence moves millions of euros and occupies an important part of governments' political and strategic agendas. In this article we reflect on this varied concept through interviews with three people who hold important positions in the field of artificial intelligence and who also have in common the fact that they were born and trained in Catalonia. We talked with them about the origins of this technological revolution, its impact on social organization and the labour market, its ethical implications, the future trends which are emerging and also on what role we Catalans play in this. With regards to the Catalan question we wanted to know if our universities are capable of generating the necessary talent, how to strategically boost the fabric of business in this area, what role the Administration should play and what should happen for artificial intelligence to communicate in Catalan. Throughout these conversations, the interviewees have conveyed to us the urgency and need to work on the definition of country-specific strategies in order not to be left behind socially and structurally in what seems to be a revolution without limits.*

*Keywords: artificial intelligence; deep learning; unsupervised learning; neural networks; language and technology; technology and ethics.*

<sup>1</sup> Aquest treball ha estat finançat en part pel Ministerio de Ciencia e Innovación mitjançant el programa Ramón i Cajal i per l'European Research Council (ERC) sota European Union's Horizon 2020 research and innovation programme (grant agreement No 947657).

\* Marta R. Costa-Jussà, doctora enginyera per la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), és investigadora Ramón i Cajal i ERC de la UPC, on colidra el grup de Traducció Automàtica, [marta.ruiz@upc.edu](mailto:marta.ruiz@upc.edu)

\*\* Maite Melero Nogués, doctora en Lingüística Computacional, és investigadora principal a la Unitat de Mineria de Dades al Barcelona Supercomputing Center, on lidera el grup de Traducció Automàtica, [maite.melero@upf.edu](mailto:maite.melero@upf.edu)

Les autores hi han contribuït en la mateixa mesura.

**Citació recomanada:** Costa-Jussà, Marta R. i Melero-Nogués, Maite (2020). Converses al voltant de la intel·ligència artificial en clau catalana, *Revista de Llengua i Dret, Journal of Language and Law*, 74, 90-99. <https://doi.org/10.2436/rld.i74.2020.3503>

## **Sumari**

Introducció

Tres primeres espases catalans a la IA

Què és la intel·ligència artificial?

Impacte ètic i social de la IA

La carrera professional

La IA a Catalunya

Conclusions i missatges finals

## Introducció

La intel·ligència artificial (IA) és difícil d'entendre pel públic en general. És la gran desconeguda de la qual tothom parla. La tendència és, o bé a deixar-se endur per la visió de les pel·lícules de ciència ficció, on les màquines són capaces de fer tot el que fan les persones, a qui substituiran aviat, o bé, en l'altre extrem, a menysprear les capacitats de les màquines i considerar-les "ximpls". Com sempre, *in media, virtus*. En aquestes notes volem reflexionar sobre aquest concepte difús, que mou milions d'euros i que ocupa una part important de les agendes polítiques i estratègiques dels governs. I ho farem a través de tres entrevistes a tres persones que ocupen llocs rellevants en l'àmbit de la intel·ligència artificial i que a més tenen en comú que són nascudes i formades a Catalunya. Amb elles hem parlat distesament dels orígens d'aquesta revolució tecnològica, del seu impacte sobre l'organització social i el mercat laboral, de les seves implicacions ètiques, de les tendències futures que es dibuixen i també sobre quin paper juguem els catalans en aquesta revolució. En la qüestió catalana hem volgut saber si les nostres universitats són capaces de generar el talent necessari, com impulsar estratègicament el teixit empresarial en aquesta àrea, quin paper ha de tenir l'Administració i què hauria de passar perquè la intel·ligència artificial també parli en català. En aquestes converses, els nostres interlocutors ens han transmès la urgència i la necessitat de treballar en la definició d'estratègies concretes de país per tal de no quedar socialment i estructuralment enrere en el que sembla una revolució sense límits.

Aquest article conté fragments seleccionats de les converses que hem mantingut per separat amb Cristian Canton de Facebook Research, Elisenda Bou-Balust de Vilynx i Oriol Vinyals de Google DeepMind. Hem aplegat les seves respostes sense retocar-les gaire perquè el que volem és escoltar les seves veus expertes i les hem organitzat en blocs. En el primer fem un repàs al concepte i la història de la intel·ligència artificial, en el segon reflexionem sobre el seu impacte a la nostra societat i en el tercer analitzem les components específicament catalanes. En moltes coses coincideixen, però cadascun d'ells ens ha aportat la seva perspectiva com a observador privilegiat en aquesta "aventura apassionant", com un d'ells l'ha qualificat.

## Tres primeres espases catalans a la IA

Els nostres entrevistats són tres catalans amb empenta, que ocupen llocs de responsabilitat en l'ecosistema internacional de la IA. Dos homes i una dona. Dos d'ells viuen i treballen fora de Catalunya, la tercera viu i treballa a Catalunya.

Cristian Canton, doctor enginyer per la Universitat Politècnica de Catalunya, va néixer a Terrassa però actualment viu a Seattle i treballa a Facebook Research, on porta un equip d'investigadors en l'àrea de visió per computador i més concretament en la identificació de *fake news* i ciberdelictes. El Cristian és un apassionat de la seva feina. El satisfà anar-se'n a dormir cada dia pensant que ha posat el seu granet de sorra per fer d'aquest món un lloc millor. Els vespres i els caps de setmana és musicòleg, pianista de concerts i compositor.

L'Elisenda Bou-Balust, doctora enginyera per la Universitat Politècnica de Catalunya en col·laboració amb el MIT, és cofundadora i *chief technical officer* (CTO) a Vilynx, on dirigeix un equip amb l'objectiu de construir el primer cervell artificial capaç d'aprendre autònomament. L'Elisenda és una persona molt curiosa a qui apassiona treballar en equips capaços d'empènyer els límits de la tecnologia i la ciència. Fora d'aquesta passió, la seva afició són les plantes. Li fascina la seva capacitat per reproduir-se. Té un mapa de l'arbrat i plantes de Barcelona i quan és època de llavors o esqueixos, va expressament a buscar-ne per fer planter: "És fascinant; és com si la teva afició fos llegir, i els llibres creixessin al carrer i només haguessis de sortir a recollir-los, a l'època que toca".

L'Oriol Vinyals, doctor enginyer en Enginyeria Elèctrica i Ciències de la Computació per la Universitat de Califòrnia, Berkeley, oriünd de Sabadell, viu a Londres i treballa a Google DeepMind on lidera l'equip de Deep Learning. Va dirigir l'equip AlphaStar creador del primer agent artificial que va superar un professional jugant a StarCraft, un conegut videojoc d'estratègia en temps real. L'Oriol es dedica al desenvolupament de noves idees entorn de l'aprenentatge automàtic, les xarxes neuronals i l'aprenentatge de reforç. Gran aficionat a l'escalada, del Vallès troba a faltar la proximitat de la natura i sobretot la muntanya.

## Què és la intel·ligència artificial?

Per tenir clar de què estem parlant quan fem servir aquest terme, hem demanat als nostres entrevistats que ens donessin la seva definició del concepte “intel·ligència artificial” defugint tecnicismes. Hem explorat amb ells com va sorgir aquesta tecnologia i quines han estat les fites principals del seu progrés, que s’ha accelerat en els últims anys. Ens han parlat de l’aprenentatge automàtic, el que en anglès es coneix com a *machine learning*, i ens han explicat que es pot classificar en tres tipus principals: l’aprenentatge supervisat, el no supervisat i l’aprenentatge amb reforç. També ens han donat unes pistes de cap on anirà la IA en els propers anys.

**[Elisenda Bou-Balust]** *El terme “intel·ligència artificial” l’introdueix per primera vegada John McCarthy<sup>2</sup> al 1955 i el defineix com a “comportament humà que les màquines poden exhibir”, com ara predir quin temps farà demà, reconèixer la parla, identificar imatges, conduir vehicles, etc. Pocs anys després, un psicòleg cognitiu, Frank Rosenblatt<sup>3</sup>, es va inventar el perceptró, el primer algorisme inspirat en les connexions neuronals del cervell humà. El perceptró era una xarxa neuronal artificial molt bàsica, capaç d’aprendre a partir d’exemples. D’aprendre dels exemples se’n diu aprenentatge supervisat. Aquests sistemes d’aprenentatge supervisat s’han anat fent cada cop més complexos, amb xarxes cada cop més profundes, però segueixen depenent de la codificació humana per aprendre. Per exemple, perquè un sistema aprengui a reconèixer imatges de gats, li hem d’haver dit moltes vegades “això és un gat”. Això es fa a través de conjunts de dades específicament anotades per a la tasca que volem que la màquina resolgui.*

*Un sistema d’aprenentatge alternatiu al supervisat és l’aprenentatge per reforç, introduït per Richard Sutton<sup>4</sup>, i que seria com educar amb un sistema de recompenses i càstigs. Consisteix en deixar que la màquina explori solucions, però necessita la supervisió de l’humà que reforça positivament les solucions correctes i negativament les incorrectes.*

*Més endavant apareixen els sistemes d’aprenentatge no supervisat o autònom. Per exemple, li donem a la màquina fotografies de gats i gossos, i, sense dir-li què és què, li demanem que les classifiqui en dos grups basant-se en les seves similituds i les seves diferències. La màquina no sabrà què és un gat o què és un gos, però serà capaç de separar el conjunt d’imatges en dos grups. La màquina sense intervenció humana pot aprendre una tasca concreta.*

*L’anomenat aprenentatge profund o deep learning utilitza xarxes neuronals que, a diferència del perceptró original, tenen moltes capes de profunditat. És difícil precisar quan va començar però, en qualsevol cas, cap al 2010 es va produir una autèntica explosió en tots els àmbits, gràcies a un increment generalitzat en la potència computacional. Ara mateix, l’accés a potència computacional no és el problema; l’autèntic problema per a les empreses mitjanes o petites, o els centres d’investigació, és l’accés a les quantitats suficients de dades anotades que requereix l’aprenentatge supervisat. S’ha parlat molt del big data, però el que estan descobrint les empreses és que el que realment compta és el quality data, la qualitat de les dades. Les dades s’han de filtrar, organitzar i anotar, i això és molt costós.*

*L’últim any i mig ha crescut moltíssim la recerca en algorismes que eviten la dependència de grans quantitats de dades prèviament anotades, ja sigui aconseguint aprendre amb menys exemples, com l’anomenat one-shot learning, o a través de sistemes no supervisats o autònoms, que estalvien el cost de les anotacions manuals de les dades.*

**[Cristian Canton]** *Penso que anomenar intel·ligència a la intel·ligència artificial és un abús de la paraula. La IA en realitat no és intel·ligència, és una caixa negra que emula el comportament humà però que no fa les coses com les faria un humà. Per començar, la màquina per aprendre necessita veure molts exemples, en canvi un humà aprèn havent-ne vist molt pocs, sovint només amb un exemple ja som capaços d’aprendre. Les màquines encara no pensen.*

<sup>2</sup> [https://ca.wikipedia.org/wiki/John\\_McCarthy](https://ca.wikipedia.org/wiki/John_McCarthy)

<sup>3</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Frank\\_Rosenblatt](https://en.wikipedia.org/wiki/Frank_Rosenblatt)

<sup>4</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Richard\\_S.\\_Sutton](https://en.wikipedia.org/wiki/Richard_S._Sutton)

*La primera fita important per arribar a ser on som va ser aconseguir que funcionessin les xarxes neuronals amb múltiples capes i a partir d'aquí les arquitectures neuronals s'han anat fent cada cop més complexes. La segona fita, i molt important, va ser que grans empreses com Google, Microsoft o Facebook veiessin el potencial d'aquesta tecnologia i hi invertissin. Un factor fonamental per a l'explosió de la IA ha estat l'accés a grans quantitats de dades anotades, ja que és a partir d'aquestes dades que els sistemes aprenen. Tanmateix hi ha una quantitat encara més gran de dades que no estan anotades. Aquestes són les dades que s'utilitzen per a l'aprenentatge no supervisat.*

*Afortunadament la recerca avança en la direcció d'aquest aprenentatge no supervisat i cada vegada necessitarem menys anotacions per aconseguir els mateixos resultats. Definitivament, l'aprenentatge no supervisat serà la segona gran onada de la IA. Per exemple, en processament del llenguatge s'ha avançat moltíssim amb sistemes no supervisats. Ara cal treballar més en la comprensió de vídeos, a través de l'aprenentatge multimodal, que utilitza dades de diversos tipus alhora, per exemple imatge i text. Actualment, els avenços en recerca arriben de seguida a les mans del consumidor en forma de productes, sobretot a través del mòbil, per exemple els traductors, el reconeixement d'imatges, etc.*

*Un altre aspecte que tindrà molta importància és la IA que preserva la privacitat de les dades. S'està investigant molt sobre com garantir que els models que es generen no continguin informacions personals o que no siguin esbiaixats cap a certs perfils, només perquè certs perfils apareixen més sovint a les dades d'entrenament.*

*Una altra línia en la qual ja estem treballant molt és la IA "adversària", que té com a objectiu una IA robusta als atacs maliciosos. Consisteix a abusar dels sistemes tal com ho faria algú amb males intencions, per confondre-la intencionadament. Donat que la IA és pertot arreu, també en àmbits sensibles, és fonamental que els sistemes siguin robustos i no manipulables.*

*Podriem dir que tot just estem a les beceroles de la IA. Aquesta és realment una aventura apassionant i em considero afortunat de poder seguir-la de prop.*

**[Oriol Vinyals]** *La intel·ligència artificial es pot veure com un estudi humà, un estudi de totes aquelles habilitats que ens defineixen com a humans, com són la parla, la creativitat, la memòria, el raonament. Volem aprendre, entendre aquestes habilitats i saber com funcionen. Si les entenem, sabrem com fer màquines que puguin imitar aquests comportaments. Evidentment, aquesta imitació per part de les màquines no passa necessàriament per replicar exactament els mateixos mecanismes humans. Per exemple, és possible trobar una funció matemàtica que tradueixi una frase en català a l'anglès. Aquesta funció matemàtica actualment es codifica en xarxes neuronals. I precisament les xarxes neuronals profundes són un dels paradigmes que recentment més ha revolucionat la intel·ligència artificial.*

*La majoria dels sistemes intel·ligents comercials, per exemple les recomanacions de pel·lícules a Netflix o de productes a Amazon, el reconeixement de veu dels assistents personals, els traductors automàtics..., tots aquests sistemes es basen en aprenentatge supervisat que aprenen amb grans quantitats d'exemples. Nosaltres a Deep Mind treballem sobretot amb l'aprenentatge amb reforç. L'aprenentatge amb reforç, que també es fa servir en robòtica, té un gran potencial de futur; però encara es troba en un estat molt inicial. El mateix que li passa a l'aprenentatge no supervisat, que segons l'opinió de molta gent pot revolucionar el món de la IA en un futur proper, però que encara té un llarg camí per recórrer.*

*En la recerca en IA, els desenvolupadors de sistemes artificials busquem inspiració en la neurociència i també es produeixen influències en sentit contrari. En el cas de DeepMind, la neurociència ha estat un pilar des de la seva fundació i encara ara tenim un equip de 50 neurocientífics que intenten entendre com funciona el cervell, des de la minúscula neurona fins a com es comuniquen entre elles. Recentment aquest equip de neurociència ha demostrat que un mecanisme habitual dels sistemes d'aprenentatge artificial, el de la memòria recurrent, també és propi dels processos neuronals d'un animal o un humà, per exemple, quan aquest s'ha d'orientar en un espai per trobar una sortida. I a la inversa, les descobertes en neurociència també serveixen per millorar els sistemes artificials. Per exemple, sabem que quan dormim actua el que es coneix com a "memòria de reproducció", que fa un compendi de les vivències del dia. Doncs, inspirats per aquesta funció del cervell, nosaltres hem implementat el mateix concepte a la màquina que juga a ATARI.*



És molt divertit veure pel·lícules futuristes antigues, com ara 2001, una odissea a l'espai, amb aquelles pantalles d'ordinador gegants. Si les comparem amb les nostres pantalles tan fines, veiem que aquí no la van encertar gaire! Però hi ha aspectes que sí que es van predir correctament, com ara que HAL<sup>5</sup> jugui a escacs amb els humans. A Deepmind hem aconseguit una màquina que juga al Go<sup>6</sup>, l'AphaGo, que guanya els grans mestres. El reconeixement de la parla també es va preveure, i en la síntesi de veus artificials potser estem fins i tot més avançats del que es preveia. Ara bé, on estem molt lluny de les pel·lícules és en la part del contingut del diàleg, i sobretot en què les nostres màquines no tenen emocions, personalitat o objectius propis. Aquí estem molt lluny de HAL perquè, de fet, els nostres diàlegs estan preprogramats; són, com si diguéssim, receptes precuinades. És impossible mantenir una conversa llarga i sensible amb una màquina actual. S'haurien de produir uns avenços trencadors per arribar a tenir un HAL. Encara tenim feina!

## Impacte ètic i social de la IA

Igual que la Revolució Industrial va transformar la societat europea a principis del segle XIX, la IA tindrà un gran impacte sobre el mercat laboral, les conseqüències del qual encara estem començant a percebre. Això haurà de fer replantejar aspectes com les polítiques socials o el nostre sistema educatiu. Com apunten els nostres entrevistats, no s'ha de veure la IA com un "competidor" o com un perill, sinó com un complement de les capacitats humanes.

**[Cristian Canton]** *El món està canviant i actualment estem a l'inici d'aquest procés. A curt termini, la gent pot veure els beneficis immediats de la IA: el paquet d'Amazon arriba molt ràpid, Google em munta l'àlbum, Facebook em posa en contacte amb un amic de la joventut... A mitjà i llarg termini, hi haurà professions més mecàniques o rutinàries que desapareixeran, però n'apareixeran de noves, algunes que ja podem intuir, com ara "curador de dades" i moltes altres que encara no podem ni imaginar. D'altra banda, es donaran molts escenaris híbrids, en els quals la IA no substituirà l'humà, sinó que el complementarà: per exemple, el suport al diagnòstic mèdic. Crec que l'impacte de debò en el mercat laboral encara no ha començat. Cal educar els joves en la IA, i com abans comencin a entendre'n les eines tecnològiques millor. Cal que es familiaritzin amb les tecnologies digitals. El mateix és vàlid per al públic en general.*

*Respecte als aspectes ètics de la IA, hem de lluitar perquè sigui inclusiva. Cal que els sistemes intel·ligents representin tot el món, nord i sud, homes i dones, nens i adults, diferents etnicitats. Actualment els sistemes no funcionen igual per a tothom. La tecnologia és neutra però els seus usos no necessàriament. Per exemple, el reconeixement facial pot tenir usos negatius. Aniran apareixent dilemes ètics que ara no podem ni imaginar, perquè els conceptes ètics mateixos també evolucionen. Tecnologies que ara estem desenvolupant amb tota la bona intenció, poden tenir usos dolents en un futur.*

*Per això és important que hi hagi veus crítiques respecte a la IA. Ens obliguen a reflexionar. Cal que aquestes veus vinguin de dintre i de fora de les corporacions. És fonamental parlar amb experts externs al món pròpiament de la IA, propiciar el debat, no deixar que interessos concrets dictin els passos a seguir.*

**[Elisenda Bou-Balust]** *És cert que la IA substituirà l'humà en algunes feines, però s'ha de lluitar perquè automatitzar tasques senzilles serveixi per millorar les condicions laborals de tots i no per perjudicar-les. Cal veure la IA com una ajuda no com una amenaça. Més que substituir l'humà, el complementarà. Jo, si puc triar, prefereixo que m'operin amb el robot Da Vinci del Clínic que sense. Igual que va passar amb la Revolució Industrial, desapareixeran unes feines i se'n crearan de noves. Però necessitarem una formació més gran en tecnologia. Hi ha el risc que es creï una bretxa tecnològica i això s'ha d'evitar. Per exemple, hi ha molt poques dones que es dediquin a carreres científicotècniques, el que es coneix amb les sigles de STEM<sup>7</sup>. A mi em criden sovint per anar a parlar d'això als instituts. Les noies tenen la impressió que fer STEM vol dir ser un "friqui". Cal trencar amb aquests estereotips i fer més diversa la tecnologia.*

5 HAL és el nom de l'ordinador intel·ligent de la pel·lícula 2001, una odissea a l'espai (1968).

6 Joc de tauler xinès de complexitat superior als escacs.

7 Science, Technology, Engineering, Mathematics

## La carrera professional

Els nostres tres entrevistats s'han format a la universitat catalana, han seguit formant-se als Estats Units i han acabat ocupant llocs destacats en la IA comercial. En el cas de l'Oriol i el Cristian, a dues grans multinacionals, i en el cas de l'Elisenda a una *start-up* fundada per ella mateixa a Catalunya. Els hem demanat quins han estat els principals punts d'inflexió de les seves exitoses carreres.

**[Cristian Canton]** *Crec que la meua carrera s'ha construït a partir de decisions personals i eleccions professionals encertades. Recordo que va ser durant unes pràctiques a Polònia que vaig descobrir la visió per ordinador, i em va apassionar. Després van venir altres períodes professionals a Anglaterra i els Estats Units.*

*Mentre estava a Microsoft Research se'm va presentar l'oportunitat de participar a una Hackaton organitzada per Facebook de rescat de nens desapareguts. Es tractava d'aplicar tècniques de reconeixement facial sobre una base de dades amb imatges d'aquests nens i una web de serveis de prostitució. Això va suposar un gir a la meua carrera. De cop i volta vaig descobrir que amb les eines que jo coneixia podia fer una contribució positiva al món. Des de llavors he treballat a Facebook. Part de la meua feina consisteix a aplicar la IA per a prevenir l'abús i el mal ús en les xarxes socials (fake news, terrorisme, discurs d'odi, pornografia infantil, etc.). I quan vaig a dormir, sento que el meu equip i jo hem ajudat a fer un món millor.*

**[Oriol Vinyals]** *Possiblement influït pel meu pare i per un bon professor que vaig tenir a l'escola a Sabadell, les matemàtiques sempre m'han agradat molt. Quan estava a la UPC vaig anar a una xerrada sobre IA que em va decidir a anar a fer el doctorat als Estats Units. Un cop allà van anar sorgint oportunitats. Les pràctiques a grans empreses (en vaig fer quatre a Microsoft i una a Google) em van posar en contacte amb la recerca industrial, que pot ser molt variada i que també et dona l'oportunitat de publicar.*

*Mentre feia unes pràctiques a Microsoft vaig coincidir amb estudiants de Geoffrey Hinton i em vaig interessar per l'aprenentatge profund, molt abans que es posés de moda. Estic particularment orgullós d'un treball concret que vaig fer el 2014 en traducció automàtica relacionat amb la probabilitat que una seqüència, per exemple en català, sigui la traducció d'una seqüència en anglès. Aquest model de probabilitat de seqüències bilingües s'ha pogut extrapolar a molts àmbits: per exemple, en reconeixement de la parla, a una seqüència de veu i una de text; en diàleg, a una pregunta i la seva resposta, etc.*

*Un avantatge d'estar en una companyia com Google és l'impacte de la teua recerca. Hi ha equips d'enginyers que converteixen en productes les coses que fem els investigadors. A Google es publica molt i hi ha molta comunicació amb l'acadèmia. Jo hi tinc molt contacte i, per exemple, intento formar part de tribunals de tesi tant com puc.*

**[Elisenda Bou-Balust]** *Jo vaig anar a fer el doctorat a Boston, al MIT (Massachusetts Institute of Technology), i quan el vaig acabar tenia dues opcions: la més evident era anar a treballar a alguna gran multinacional a Califòrnia, l'altra era tornar a Catalunya i intentar muntar alguna cosa aquí. Aquest és un moment determinant. Si t'hi quedes, és fàcil que ja t'hi quedis per sempre. Jo volia tornar.*

*La gran dificultat que et trobes si vols fundar una empresa tecnològica a Catalunya és accedir a fons d'inversió. Els fons d'inversió europeus demanen rendibilitats molt ràpides, màxim a dos anys; per exemple les que pot proporcionar l'e-commerce. Però els reptes tecnològics que planteja la IA fan que no puguis posar-te objectius de rendibilitat tan curts.*

*En canvi als Estats Units hi ha fons d'inversió específicament dedicats a tecnologia capdavantera. En aquell moment, vaig conèixer el Juan Carlos, CEO i cofundador amb mi de Vilynx. Ell volia viure als Estats Units i dedicar-se a buscar fons d'inversió americans i jo volia muntar un equip tècnic a Barcelona. Va ser la combinació perfecta. La nostra visió de futur a l'hora de fundar Vilynx va ser apostar pels sistemes autònoms no supervisats.*

## La IA a Catalunya

Evidentment, un dels nostres objectius quan ens vàrem plantejar fer aquestes entrevistes era conèixer la seva opinió sobre la situació a Catalunya, amb la perspectiva que els dona la seva posició privilegiada al món de la IA més capdavantera. Hi ha consens entre ells que la formació a la universitat catalana és molt bona, els problemes comencen després. Els seus diagnòstics i recomanacions ens han semblat de gran interès, sobretot tenint en compte que la Generalitat està començant a desplegar l'estratègia de IA a Catalunya<sup>8</sup>. També ens interessa molt la salut de la llengua catalana en un futur món dominat per la IA. Les seves respostes són optimistes.

**[Cristian Canton]** *Jo vaig haver de marxar de Catalunya i buscar feina a fora perquè en aquell moment allà no es donaven les condicions adequades per desenvolupar la meua carrera. Ara bé, si quedant-me a Catalunya hagués pogut aconseguir una quarta part del que he aconseguit fora, certament m'hi hauria quedat. El meu objectiu és tornar algun dia i si pot ser, revertir allà tot el que he après. Mantinc una forta relació amb la UPC on em vaig formar. És la meua alma mater, això per a mi és molt important.*

*Penso que a nivell de país, calen estratègies ben definides, ambicioses, amb visió a llarg termini, que tinguin en compte tots els aspectes, tècnics, ètics, socials. Cal una transformació integral. Val a dir que hi ha molta gent molt bona arreu, catalans, escampats pel món, que són pioners en els seus àmbits, que podrien ajudar a fer moltes coses. L'Administració catalana hauria d'aprofitar aquesta xarxa d'experts, que tenen moltes ganes d'ajudar a construir un país millor, i que no ho farien per diners. Hi ha gent molt vàlida amb moltes ganes de fer coses però és complicat trobar la manera d'articular-ho, saber com contribuir.*

*Cal aprofitar iniciatives com ara el DLBS<sup>9</sup>, que reuneix cada any investigadors capdavanter de IA que tenen una relació o altra amb Barcelona, per crear xarxa entre catalans que estan en llocs clau de la IA a dintre i fora. Es poden fer moltes coses, crear sinèrgies, potenciar relacions de tutoria d'investigadors establerts amb estudiants, etc. Jo, per exemple dedico unes hores a la setmana a orientar estudiants que estan fent la tesi a la UPC. A més tot això es pot fer fàcilment de forma remota. No es necessita ser una gran potència per ser capdavanter; Israel és un exemple de país petit que sap aprofitar molt bé el talent i que destaca en molts àmbits de la recerca i la indústria de la IA. Què ens falta? Talent en tenim, però marxa perquè no hi ha oportunitats. Caldria que tothom (estudiants, investigadors, desenvolupadors, polítics) ens preguntéssim "Què podria fer jo (i no estic fent) per reforçar la IA en el meu àmbit?". Crec que fer-se aquesta pregunta pot ser un desencadenant per iniciar sinèrgies, col·laboracions, pràctiques a empreses, tutories, en definitiva una participació més activa per part de totes les parts implicades.*

*Respecte al tema de la llengua, i des d'un punt de vista purament econòmic, és cert que el català és un mercat petit. Però aquest no és un factor absolutament determinant, crec que les empreses no es mouen només amb aquesta perspectiva. Cal preguntar a les grans corporacions quina és la seva estratègia. Seria útil obtenir d'aquestes corporacions declaracions oficials sobre el tema, per entendre quina és la seva estratègia respecte als idiomes més petits i conèixer la seva predisposició a col·laborar amb les administracions o els centres de recerca de la comunitat lingüística en qüestió. De fet, Facebook té traductor de català.*

**[Elisenda Bou-Balust]** *Aquí a Catalunya l'ecosistema és boníssim. Tenim la UPC, la UPF, el CFIS... El CFIS<sup>10</sup> és una meravella. També tenim una cosa molt especial que és l'enginyeria de telecomunicacions que no existeix a altres països, i que dona una formació molt completa en processament del senyal, llenguatge, vídeo, etc.*

*El que em preocupa és la manca d'inversió pública. La IA és una tecnologia molt cara i la inversió pública és insuficient. I no tot és inversió, les sinèrgies també són importants. Hauríem d'aprendre del Canadà, de l'estratègia del president Trudeau. Ha creat tres centres de referència mundials, al voltant de les seves tres figures més rellevants: Sutton, Hinton i Bengio. Ha estat capaç d'alinejar start-ups, inversió pública i privada, recerca i fins i tot polítiques d'immigració per facilitar l'arribada de talent. I ha tingut un èxit rotund. Aquest ha de ser el nostre repte. Ser ambiciosos, posar-nos objectius clars i assolir-los. Cal apostar*

8 <https://web.gencat.cat/ca/actualitat/detall/Estrategia-dIntelligencia-Artificial-de-Catalunya>

9 Deep Learning Barcelona Symposium <https://sites.google.com/view/dlbcn2019>

10 Centre de Formació Interdisciplinària Superior (CFIS) de la Universitat Politècnica de Catalunya. <https://cfis.upc.edu/ca/>



*per la tecnologia capdavantera i diferencial, no acontentar-nos amb produir apps o l'e-commerce. Si ens fixem en l'exemple canadenc, veiem que hi ha tres factors fonamentals que cal analitzar per orientar bé l'estratègia: amb quin talent comptem, quines personalitats científiques rellevants tenim i quines línies tecnològiques poden tenir un impacte més positiu en el nostre mercat laboral.*

*Respecte a la qüestió del català, el problema, que és el mateix que tenen les llengües que no són "gegants" com l'anglès, l'espanyol o el xinès, és que no hi ha suficients dades anotades per entrenar els sistemes d'aprenentatge supervisat. Nosaltres hem estat utilitzant dades del castellà per desenvolupar productes per al català. Òbviament això no és ideal, ja que els resultats són forçosament inferiors.*

*Dit això, l'avantatge que hem comentat abans sobre els sistemes d'aprenentatge autònom, o no supervisat, és que ja no necessiten aquestes dades i permeten superar parcialment aquesta limitació de manca de dades que tenen les llengües relativament petites. Una gran part de la recerca actual en IA es fa sobre sistemes d'aprenentatge no supervisat i ja estan començant a arribar a la indústria. La meva predicció és que en els propers dos anys veurem com moltes aplicacions de IA adopten aquest tipus d'aprenentatge.*

**[Oriol Vinyals]** *La formació a Catalunya és bona. Jo vaig sortir molt ben preparat de la carrera. Potser massa! A les universitats americanes es donen menys continguts però en canvi potencien molt el perfil de recerca en els estudiants. A la carrera hi ha menys densitat d'assignatures però hi ha moltes oportunitats per participar en projectes de recerca ja des del primer curs.*

*Respecte al català, sóc molt optimista per diverses raons. Una part és la bona feina que esteu fent els grups de recerca catalans, tot i l'escassa inversió en recerca. L'altra són els avenços en l'aprenentatge no supervisat. En traducció automàtica, per exemple, fins ara, s'aprenia a base d'oracions traduïdes prèviament per humans. Ara podem aprendre només tenint text monolingüe. Per fer aplicacions per al català, sempre necessitarem text o veu en català, però amb els nous avenços en necessitarem menys i no caldrà que estigui anotat manualment. En general, en IA hi ha una urgència per treballar amb pocs recursos. Fins ara tot el que s'ha fet és per a l'anglès i per als americans. Però el món és divers en llengües, gents, i nacionalitats, i la IA ha ser capaç de reflectir aquesta diversitat.*

## **Conclusions i missatges finals**

La intel·ligència artificial és una tecnologia que està canviant el món tal com el coneixem. Una confluència de factors, impulsada pels avenços vertiginosos en potència computacional, està fent realitat tòpics de la ciència-ficció del segle passat. Encara som lluny de HAL, la màquina conscient i amb personalitat pròpia. La realitat és més prosaica, però no menys impressionant. A través d'aquestes converses, hem explorat el concepte mateix d'intel·ligència artificial i hem repassat els avenços tecnològics dels últims anys.

Els nostres entrevistats ens han explicat que la IA fins ara aprèn de les nostres dades, que se'n necessiten moltes i que s'han de filtrar i anotar, i que això és molt costós. Però també ens han dit que s'està fent molta recerca en màquines que aprenen sense supervisió humana. Es tracta dels sistemes d'aprenentatge autònom o no supervisat i també dels sistemes d'aprenentatge amb reforç. La propera generació de sistemes intel·ligents necessitarà menys dades per aprendre. I això és una bona notícia per al català.

L'ecosistema universitari català rep bona nota per part dels nostres entrevistats, que van cursar aquí la carrera i mantenen vincles amb la universitat catalana. Tanmateix tots ells van haver de marxar fora per acabar-se de formar i només l'Elisenda va tornar i es va establir com a emprenedora a Catalunya, i això perquè va trobar la manera de canalitzar inversió americana a la seva empresa catalana.

Els són només una mostra del gran talent que el país genera i que caldria veure la manera d'aprofitar si volem que Catalunya sigui competitiva en aquesta àrea tan estratègica.

Per acabar cada una de les entrevistes, els hem donat l'oportunitat de resumir en un missatge el que ells consideren més important d'aquesta revolució tecnològica.

**[Cristian Canton]** *Estem davant d'una revolució que canviarà com entenem el món. No es pot entendre el món que vindrà sense la IA. Cal acceptar-ho, aprofitar l'oportunitat i adoptar-la de forma responsable.*

**[Oriol Vinyals]** *“Keep calm and carry on.” Cal que la IA es conegui millor i espero que articles com aquest ajudin. No s’ha de tenir por d’una superintel·ligència, però, en canvi, sí que cal abordar els problemes reals de la IA com ara que ha de ser inclusiva i que ha d’evitar els biaixos de raça o de gènere.*

**[Elisenda Bou-Balust]** *En la mesura que la IA replica el comportament humà, com a humans hem d’anar molt amb compte amb el nostre comportament. Si som racistes, la IA serà racista, si discriminem, la IA discriminarà. Ja que la IA replicarà cada cop millor el comportament humà, assegurem-nos que aquest comportament sigui el que ens agradaria tenir.*