

# Big data, salut i cooperació universitària per al desenvolupament

Daniel López, Elisa Sayrol, Alberto Abelló



Il·lustració: [Hansel Obando](#)

L'amença de noves variants del virus SARS-CoV-2 ens han recordat que l'Àfrica existeix. La pandèmia, allà, segurament ha estat i és tan intensa com a qualsevol altre lloc del món; tot i així les incidències oficials comunicades són molt baixes, talment com el nivell de vacunació. Tothom parla de la manca de vacunes, però realment el veritable problema a molts països africans és la manca d'un servei de salut efectiu (amb recursos humans, cadena de fred...) proper a la població (Availability, Accessibility, Acceptability, Quality). En cooperació per al desenvolupament, reforçar els sistemes de salut dels països amb índexs de desenvolupament baix i molt baix ha de ser prioritari. Per fer-ho possible caldria també reforçar les institucions internacionals vinculades a la salut, com l'OMS, que haurien de tenir capacitat real d'incidir sobre els sistemes de salut d'arreu.

En un país petit com el nostre, la cooperació per al desenvolupament no pot ser transformadora per l'envergadura del nostre treball, ni per la quantitat de recursos. La cooperació per al desenvolupament catalana ha de fonamentar-se en la qualitat, innovació, en projectes i programes que generin canvis sostenibles, que puguin multiplicar-se autònomament. Així, en l'àmbit de la salut aquest tipus de projectes haurien de ser

especialment importants en l'assistència primària. D'altra banda, ajudar a millorar la formació, des de l'escola primària i secundària fins a la universitat, amb l'objectiu d'ajudar a formar professionals de salut de qualitat (metgesses i metges, infermeres i infermers, assistents d'infermeria, agents de salut...) hauria de ser, també, prioritari. Sense personal format (recursos humans) no hi pot haver assistència sanitària.

A Catalunya, la universitat és un actor no suficientment valorat en cooperació per al desenvolupament. Sortosament, les universitats catalanes avui es troben entre les millors del món, amb professorat i investigadors d'excel·lent qualitat. Cal posar els seus coneixements, doncs, al servei de la cooperació per al desenvolupament. Caldria que la cooperació universitària per al desenvolupament (CUD) fos estratègica en el marc de la cooperació catalana.

En aquest article presentarem el treball fet conjuntament per tres grups de recerca de la Universitat Politècnica de Catalunya, en col·laboració amb l'Hospital de la Vall d'Hebron i, la Fundació PROBITAS, amb l'objectiu de millorar l'atenció de les persones afectades per la malària, la tuberculosi i les malalties tropicals desateses (NTD). Han intervingut, també, l'Institut de Recerca Germans Trias i Pujol (IGTP) i dues universitats brasileres (Universidade Federal Rural de Pernanbuco – UFRP i Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN).

**La cooperació per al desenvolupament catalana ha de fonamentar-se en la qualitat, innovació, en projectes i programes que generin canvis sostenibles, que puguin multiplicar-se autònomament**

A la UPC, i des de 1992, existeix el Centre de Cooperació per al Desenvolupament (CCD), la unitat de la institució responsable d'impulsar la CUD. El CCD va impulsar l'inici dels tres projectes que presentem i ha finançat també part del seu cost. El treball és el resultat d'una col·laboració d'anys entre el CCD-UPC i els responsables a la Organització Mundial de la Salut (WHO en anglès) del control de la malaltia de Chagas (Pere Albajar-Viñas) i de la leishmaniosi (José Postigo), dos catalans realment implicats en el desenvolupament humà dins del Departament de Malalties Tropicals Desateses (NTD-WHO). La cooperació entre NTD-WHO i CCD-UPC és un bon exemple de bones pràctiques en cooperació universitària al desenvolupament. Un treball a tenir en consideració per reflexionar i definir la cooperació per al desenvolupament per afrontar els reptes del segle XXI.

## Reptes

En els països amb índex de desenvolupament humà molt baix o fins i tot baix, les morts [3] i els dies inhabilitats per causa de malalties són causats majoritàriament per les dificultats d'accés a l'assistència sanitària (en les seves dimensions de promoció, prevenció i atenció de salut). Els projectes que aquí presentem no han tingut per objectiu resoldre completament aquests problemes, però sí contribuir per avançar cap a la seva solució.

El control de la malària, la tuberculosi o les NTD probablement no s'aconseguirà exclusivament amb aportacions tecnològiques, com els tests de diagnòstic ràpid o les vacunes. El silenci epidemiològic (per falta de detecció, notificació i vigilància de casos) és tan gran que augmentar el diagnòstic ha de passar, segurament, per la integració d'aportacions tecnològiques amb mètodes clàssics i simples, que no tinguin una dependència externa. Les vacunes han estat una gran solució per a moltes malalties infeccioses, però realment és molt difícil que siguin efectives per malalties on les persones no guanyen immunitat estable en emmalaltir; amb vacunes, per exemple, és molt difícil fer front a patògens complexos que han co-evolucionat amb l'espècie humana. Segurament l'estratègia adequada consisteix en evitar les situacions de risc, diagnosticar precoçment i donar tractaments. Per això, moltes malalties prevalents a llocs amb pobresa (com fins i tot la malària) avui no són endèmiques a llocs com Catalunya. Els objectius del projecte són: (1) facilitar el diagnòstic precoç de la malària, tuberculosi i NTD, (2) millorar el coneixement de la realitat epidemiològica de les NTD i (3) desenvolupar eines per reflexionar sobre el potencial de les diferents estratègies de control a utilitzar.

## IMAGING: Diagnòstic automatitzat mitjançant microscòpia de baix cost

Avui, moltes malalties, com la malària, segueixen diagnosticant-se majoritàriament amb un microscopi òptic. En el cas de la malària, amb una gota de sang i una tinció corresponent per a mostres biològiques n'hi ha prou. Els desafiaments són: disposar de microscopistes (en regressió numèrica arreu) que hagin après a distingir les imatges de paràsits i tenir temps per analitzar la mostra al microscopi. És una tasca laboriosa, que quan acaba convertint-se en rutinària (sense controls de qualitat sistemàtics) o amb un cúmul de pacients, pot generar múltiples errors. Per facilitar el diagnòstic, es va veure la possibilitat de digitalitzar les imatges (per poder sol·licitar una segona opinió diagnòstica, fer un seguiment del malalt, incorporar la imatge en la història clínica del pacient, capacitar nous microscopistes) i automatitzar el diagnòstic [1].

El projecte ha anat avançant i actualment es disposa, ja, d'un microscopi de baix cost equipat amb un ordinador Arduino, controlat per un telèfon mòbil. Arduino és una plataforma electrònica de codi obert, i de baix cost, que permet implementar diferents tipus de microprocessadors. L'Arduino, seguint les instruccions del mòbil, va movent el portaobjectes de forma que el mòbil pot anar fent fotografies dels diferents camps (àrees del portaobjectes seleccionades). Mitjançant tècniques d'intel·ligència artificial basades en xarxes neuronals profundes es detecten automàticament els paràsits de la malària. Es complementa la detecció realitzada en el conjunt d'imatges de la mostra amb models estadístics per fer la diagnosi. El sistema es preveu veritablement econòmic; encara no s'ha fet la valoració final del cost total, però serà de pocs centenars d'euros per aparell instal·lat. Ja s'ha pogut comprovar, també, que la qualitat dels diagnòstics és molt alta. D'aquesta manera, els centres d'assistència que realitzin diagnòstics per microscòpia ho podran fer reduint enormement els recursos humans, econòmics i de temps, amb garanties de qualitat sostinguda.

Amb el treball avançat, es preveu que en pocs mesos ja es pugui utilitzar per diagnòstics de malària. Posteriorment, el sistema és podrà adaptar a qualsevol altra malaltia que el seu diagnòstic es pugui fer per microscòpia, com el diagnòstic d'una part dels casos de tuberculosi (els que es puguin fer a través dels esputs) o les NTD [2].

Si el centre on es realitza el diagnòstic té accés a internet, la imatge, el diagnòstic i la notificació de casos es podran enviar als hospitals responsables, sistemes de vigilància i/o gestors del sistema. D'aquesta manera, a més a més es podrà recollir informació epidemiològica en temps real, sense la necessitat de recursos addicionals. En la gestió sanitària, tenir un coneixement actualitzat de la realitat epidemiològica (en el temps i en l'espai) és necessari per poder prendre les millors decisions possibles.

Es tracta d'un projecte intersectorial, on col·laboren enginyers informàtics, enginyers de telecomunicació, enginyers biomèdics, metges, infermers, biòlegs i físics. S'han sumat esforços tecnològics, coneixements biomèdics i coneixements sobre cooperació per al desenvolupament, una fórmula que ja ha donat bons resultats en projectes anteriors. Per exemple, el projecte IMAGING realment es va concebre, en bona mesura, amb els aprenentatges fets en un dels projectes on vam col·laborar [3].

En els països amb índex de desenvolupament humà molt baix, les morts i els dies inhabilitats per causa de malalties són causats majoritàriament per les dificultats d'accés a l'assistència sanitària

El projecte actual ha estat possible gràcies als recursos aportats majoritàriament per la Fundació PROBITAS, que des del seu programa [Global Laboratory Initiative](#), van entendre ràpidament i estan donant suport tècnic i econòmic al treball. Cal afegir que els recursos aportats per l'Hospital de la Vall d'Hebron i la UPC són també importants, tant econòmicament com en personal i infraestructures. Per la seva part, el Departament de control de NTD de l'OMS dona suport tècnic al projecte, doncs considera que la detecció concomitant de diferents paràsits a la sang (diagnòstic diferencial d'hemoparàsits) és un exemple de l'estratègia anomenada oportunitats d'integració sistemàtica, per augmentar l'eficiència i eficàcia en la detecció precoç de persones amb infecció parasitària. El projecte és un exemple excel·lent de col·laboració, també, entre el sector privat i el sector públic, en un treball conjunt per un futur millor.

## WISCENTD: Dades per a fer possible conèixer la realitat

Hi ha malalties tropicals oblidades, malalties desateses, en les quals hi ha hagut negligència en el seu seguiment i control. Algunes d'aquestes són les NTD. La principal causa d'aquesta negligència és que majoritàriament afecten a població pobre, per tant població amb poca influència política i econòmica. La manca d'informació epidemiològica (silenci epidemiològic) és una de les causes que fan que aquesta negligència es mantingui en el temps. Per resoldre realment el problema és imprescindible disposar d'informació de qualitat. Amb aquest objectiu fa deu anys el Departament NTD de l'OMS i el Grup de

Tecnologies de Bases de Dades i Gestió de la informació de la UPC van començar a treballar conjuntament per crear una eina de gestió de dades que permetés recollir tota la informació disponible sobre les NTD. Una eina que permetés posar a l'abast de forma conjunta i contrastada la informació dels ministeris de salut, d'organitzacions no-governamentals, de grups de recerca, de sistemes de farmacovigilància, etc.

Donar suport a la recollida, integrar totes les dades disponibles i fer-ho sobre programari lliure és imprescindible per construir una imatge epidemiològica més completa de les NTD. Treure aquestes malalties del silenci epidemiològic ha de ser el primer pas per prendre decisions adequades per al seu control i eliminació. Mostrar la realitat a través de *dades obertes* és imprescindible.

El projecte està força avançat, de fet es va començar pensant inicialment únicament en la malaltia de Chagas per progressivament anar incloent totes les altres NTD. En aquests moments s'està adaptant al sistema per a poder recollir i gestionar també imatges com a dades que són; de manera que la informació generada al projecte IMAGING explicat en el punt anterior podrà ser inclosa també en el sistema WISCENTD. Aquest és un bon exemple d'un projecte de CUD donant suport a una organització internacional i al seu multilateralisme, tan necessari per resoldre un desafiament planetari que afecta especialment poblacions pobres i desateses.

## Epidemiologia matemàtica: De les dades cap a la comprensió

L'or i el petroli del segle XXI són les dades. Entre d'altres, les dades permeten a les empreses millorar els seus guanys, les dades permeten als científics progressar en el seus coneixements, les dades han de permetre als polítics i gestors prendre millors decisions. Però per poder aprofitar el valor de les dades cal disposar d'eines d'anàlisi i d'experiències anteriors, per poder valorar apropiadament i amb criteri les estratègies a utilitzar,.... Les dades (brutes) són la matèria primera, però extreure la informació que ens proporcionen no és senzill.

El Grup de recerca de Biologia Computacional i Sistemes Complexos (BIOCOM-SC) de la UPC fa anys que treballa en epidemiologia matemàtica sobre tuberculosi, malària i NTD. La utilitat més important de l'epidemiologia matemàtica és ajudar a entendre la realitat, a mostrar de forma objectiva que ens estan dient les dades. El següent exemple ens mostra el seu valor. Es va constatar que la situació epidemiològica de la tuberculosi a Nigèria no havia millorat des del 1990. Es va porta a terme un estudi i es va entendre la causa d'aquest problema: el silenci epidemiològic. Es va calcular que més d'un 80 % dels casos no són diagnosticats. Aquestes conclusions són part del treball d'un matemàtic nigerià [4] en la realització de la seva tesi doctoral a la UPC.

Curiosament, els aprenentatges fets pel grup BIOCOM-SC estudiant tuberculosi, malària i NTD han estat cabdals per poder ajudar en la gestió de la covid-19. El grup des de març de 2020 col·labora amb la Comissió Europea i amb la Conselleria de Salut de la Generalitat de Catalunya. El treball amb malalties poc rellevants ena la nostra societat ha estat cabdal per

ajudar-nos a fer front a la pandèmia.

## Cal encoratjar a les ONGs i fundacions a incrementar la seva col·laboració també amb universitats, instituts de recerca i hospitals

Les dades que es recullen a WISCENTD i les dades que es generaran a IMAGING ens han d'ajudar a entendre millor la realitat en un treball conjunt entre els experts, com són els responsables del control d'aquestes malalties a l'OMS, o els especialistes als laboratoris, centres o hospitals sanitaris, conjuntament amb els experts en epidemiologia matemàtica com el grup BIOCOM-SC. L'anàlisi de les dades ens ha de servir per poder reflexionar sobre quines han de ser les accions a emprendre en pro del desenvolupament humà. Les dades i els models matemàtics ens han d'ajudar a extreure el millor coneixement possible en una valuosa experiència més de cooperació per al desenvolupament.

## Conclusions

La CUD sobre el terreny és imprescindible per afrontar els reptes del segle XXI, però cal encoratjar a les organitzacions no governamentals (ONGs) i Fundacions a incrementar la seva col·laboració també amb universitats, instituts de recerca i hospitals. Aquests han de ser un actor prioritari en la cooperació catalana per al desenvolupament. Però per a fer-ho possible cal incloure la recerca científica i tecnològica com una de les prioritats de la política de cooperació, tal com demostren els tres casos d'èxit presentats. La seva aportació més valuosa no han de ser les accions de llarga durada sobre el terreny, sinó el desenvolupament de coneixements i d'eines que puguin significar millores sostenibles. La CUD és imprescindible per afrontar els reptes del segle XXI.

No només això, la formació científica i tecnològica al Sud Global és absolutament imprescindible també per aconseguir canvis transcendentals i sostenibles. Donar suport a l'ensenyament de les ciències i matemàtiques a secundària i batxillerat als països amb IDH molt baix o baix hauria de ser promogut, així com establir col·laboracions entre universitats catalanes i universitats del Sud Global per millorar la formació dels seus graus i màsters. Col·laborar en recerca i dirigir tesis doctorals a estudiants del Sud Global, tal com ho hem vist en el cas d'epidemiologia matemàtica a Nigèria, és veritablement important.

Cal donar suport a les organitzacions internacionals que treballen des del multilateralisme per al desenvolupament humà, però cal que aquest també pugui ser un treball de proximitat. Tenim la manera de fer-ho!! Cal donar suport específicament als catalans que treballen per al desenvolupament humà des d'organitzacions com per exemple l'OMS. L'experiència que hem viscut des de la UPC ens mostra realment el potencial i interès mutu d'aquesta col·laboració. Caldria revisar el suport que es dona des de Catalunya a les organitzacions internacionals per poder donar-li més valor i desenvolupar tot el seu potencial a nivell internacional i local, a Catalunya.

## REFERÈNCIES

- 1 — Oliveira, A.D. *et al.* (2017) The Malaria System MicroApp: A New, Mobile Device-Based Tool for Malaria Diagnosis. *JMIR Research Protocols* 6(4):e70 [[Disponible en línia](#)]
- 2 — Vegeu:
  - Górriz, M., Aparicio, A., Raventós, B., López-Codina, D., Vilaplana, V., & Sayrol, E. (2018). Leishmaniasis Parasite Segmentation and Classification Using Deep Learning. In *International Conference on Articulated Motion and Deformable Objects*. Palma, Spain.
  - Isart, A., Espasa, M., Vilaplana, V., & Sayrol, E. (2019). CNN-based bacilli detection in sputum samples for tuberculosis diagnosis. In *International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2019)*.
- 3 — Gómez J *et al.* (2020) Community-based approaches for malaria case management in remote communities in the Brazilian Amazon. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 53:(e20200048) [[Disponible en línia](#)]
- 4 — Ahmad NMR *et al.* (2018) Analyzing Policymaking for Tuberculosis Control in Nigeria. *Complexity* ID 9253846 [[Disponible en línia](#)]

**Daniel López**

Daniel López Codina és doctor en ciències físiques per la UB, actualment professor titular de la UPC on imparteix docència de biofísica i modelització matemàtica de sistemes biològics. Ha estat director de l'Escola Superior d'Agricultura i Delegat del Rector al Campus del Baix Llobregat. És membre del grup de recerca en Biologia computacional i sistemes complexos de la UPC. Des de fa trenta anys està implicat en cooperació per al desenvolupament, a la UPC forma part del Centre de Cooperació per al Desenvolupament del qual fou director durant tres anys, i a nivell local és president de l'ONG Caldes Solidària. Ha aconseguit que el seu treball de recerca es centri en el desenvolupament humà, desenvolupant models matemàtics en tuberculosi, malària, malaltia de Chagas i altres malalties desateses. Recentment ha rebut el Premi Ciutat de Barcelona de ciències experimentals i tecnologia pel treball de seguiment de la pandèmia de covid-19.

**Elisa Sayrol**

Elisa Sayrol Clols es va doctorar en Enginyeria de Telecomunicació per la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), on va rebre el premi especial 1994-1995. Va realitzar estades predoctorals a les Universitats Northeastern University i University of Southern California entre els anys 1990 i 1993. Ha estat Subdirectora i Directora de l'Escola d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona, així com Vicerectora de Relacions Institucionals de la UPC. Actualment és Professora Titular de la UPC i membre del Grup de recerca de processament d'imatge i vídeo, associat al Centre de Recerca IDEAI-UPC. Ha estat representant de la UPC a l'EIT Urban Mobility, període en el que també ha coordinat el Màster en Mobilitat Urbana de la UPC. Forma part del Comitè Acadèmic de CARNET, un hub de coneixement fundat per la UPC juntament amb SEAT i VW Research. La seva recerca es centra en l'estudi de tècniques d'aprenentatge automàtic i aprenentatge profund amb visió per ordinador, especialment en mobilitat urbana i en aplicacions d'imatge mèdica. A aquest respecte, a iniciativa del Centre de Cooperació per al Desenvolupament va acceptar treballar amb imatges biomèdiques de malària, de leishmaniosi i de tuberculosi dirigint el desenvolupament d'eines per a la identificació dels paràsits.

**Alberto Abelló**

Albert Abelló és doctor en Informàtica i professor en el Departament de Serveis i Enginyeria de Sistemes d'Informació de la UPC, expert en Big Data i Business Intelligence. Es membre del grup DTIM (Grup de Tecnologies de Bases de Dades i Gestió de la Informació). Va realitzar estades de recerca a la Universitat de Granada (Espanya), Technische Universität Darmstadt (Alemanya), la Université Claude Bernard Lió 1 (França), la Universitat de la República (Uruguai) i la University of Edinburgh (Escòcia). Ha participat en 24 projectes de recerca o xarxes d'excel·lència tan nacionals com internacionals, i ha signat convenis de R+D amb empreses com Hewlett Packard o SAP. A petició del Centre de Cooperació per al Desenvolupament de la UPC va acceptar el repte de col·laborar amb el Departament de malalties desateses de la OMS. Ha liderat el projecte de crear la base de dades per aquest departament.