EL SISTEMA DE COOPERACIÓN ANTE LA EVOLUCIÓN DEL ORDEN MUNDIAL Y LOS RETOS GLOBALES

Big data, salud y cooperación universitaria para el desarrollo

Daniel López, Elisa Sayrol, Alberto Abelló

Ilustración: Hansel Obando

La amenaza de nuevas variantes del virus SARS-CoV-2 nos han recordado que África existe. La pandemia, allí, seguramente ha sido y es tan intensa como en cualquier otro lugar del mundo; aun así, las incidencias oficiales comunicadas son muy bajas, igual que el nivel de vacunación. Todo el mundo habla de la falta de vacunas, pero el verdadero problema en muchos países africanos es la falta de un servicio de salud efectivo (con recursos humanos, cadena de frío…) cercano a la población (Availability, Accessibility, Acceptability, Quality). En la cooperación para el desarrollo, reforzar los sistemas de salud de los países con índices de desarrollo bajo y muy bajo tiene que ser prioritario. Para hacerlo posible también habría que reforzar las instituciones internacionales vinculadas a la salud, como la OMS, que tendrían que tener capacidad real de incidir sobre los sistemas de salud de todas partes.

En un país pequeño como el nuestro, la cooperación para el desarrollo no puede ser transformadora por la envergadura de nuestro trabajo, ni por la cantidad de recursos. La cooperación para el desarrollo catalana tiene que fundamentarse en la calidad, innovación, en proyectos y programas que generen cambios sostenibles, que puedan multiplicarse autónomamente. Así, en el ámbito de la salud este tipo de proyectos tendrían que ser especialmente importantes en la asistencia primaria. Por otra parte, ayudar a mejorar la formación, desde la escuela primaria y secundaria hasta la universidad, con el objetivo de ayudar a formar profesionales de salud de calidad (médicas y médicos, enfermeras y enfermeros, asistentes de enfermería, agentes de salud…) tendría que ser, también, prioritario. Sin personal formado, no puede haber asistencia sanitaria.

En Cataluña, la universidad es un actor infravalorado en cuanto a la cooperación para el desarrollo. Afortunadamente, las universidades catalanas hoy se encuentran entre las mejores del mundo, con profesorado e investigadores de excelente calidad. Hay que poner sus conocimientos al servicio de la cooperación para el desarrollo. Haría falta que la cooperación universitaria para el desarrollo (CUD) fuera estratégica en el marco de la cooperación catalana.

En este artículo presentaremos el trabajo hecho conjuntamente por tres grupos de investigación de la Universidad Politécnica de Cataluña, en colaboración con el Hospital de

la Vall d'Hebron y la Fundación PROBITAS, con el objetivo de mejorar la atención de las personas afectadas por la malaria, la tuberculosis y las enfermedades tropicales desatendidas (NTD). Han intervenido, también, el Instituto de Investigación Hermanos Trias y Pujol (IGTP) y dos universidades brasileñas (Universidade Federal Rural de Pernanbuco – UFRP y Universidade Federal don Rio Grande do Norte – UFRN).

> La cooperación para el desarrollo catalana ha de fundamentarse en la calidad, innovación, em proyectos i programas que generen cambios sostenibles, que puedan multiplicarse autónomamente

En la UPC, y desde 1992, existe el Centro de Cooperación para el Desarrollo (CCD), la unidad de la institución responsable de impulsar la CUD. El CCD impulsó el inicio de los tres proyectos que presentamos y ha financiado también parte de su coste. El trabajo es el resultado de una colaboración de años entre el CCD-UPC y los responsables a la Organización Mundial de la Salud (WHO en inglés) del control de la enfermedad de Chagas (Pere Albajar-Viñas) y de la leishmaniasis (José Postigo), dos catalanes realmente implicados en el desarrollo humano dentro del Departamento de Enfermedades Tropicales Desatendidas (NTD-WHO). La cooperación entre NTD-WHO y CCD-UPC es un buen ejemplo de buenas prácticas en cooperación universitaria al desarrollo. Un trabajo a tener en consideración para reflexionar y definir la cooperación para el desarrollo para afrontar los retos del siglo XXI.

Retos

En los países con índice de desarrollo humano muy bajo o incluso bajo, las muertes y los días de incapacitación por endermedad son causados mayoritariamente por las dificultades de acceso a la asistencia sanitaria (en sus dimensiones de promoción, prevención y atención de salud). Los proyectos que aquí presentamos no han tenido como objetivo resolver completamente estos problemas, pero si contribuir para avanzar hacia su solución.

El control de la malaria, la tuberculosis o las NTD probablemente no se conseguirá exclusivamente con aportaciones tecnológicas, como los test de diagnóstico rápido o las vacunas. El silencio epidemiológico (por falta de detección, notificación y vigilancia de casos) es tan grande que aumentar el diagnóstico tiene que pasar, seguramente, por la integración de aportaciones tecnológicas con métodos clásicos y simples, que no tengan una dependencia externa. Las vacunas han sido una gran solución para muchas enfermedades infecciosas, pero realmente es muy difícil que sean efectivas para enfermedades en las que las personas no ganan inmunidad estable al enfermar; con vacunas, por ejemplo, es muy difícil hacer frente a patógenos complejos que han co-evolucionado con la especie humana. Seguramente la estrategia adecuada consiste en evitar las situaciones de riesgo, diagnosticar precozmente y dar tratamientos. Por eso, muchas enfermedades prevalentes en lugares con pobreza (como incluso la malaria) hoy no

son endémicas en territorios como Cataluña. Los objetivos del proyecto son: (1) facilitar el diagnóstico precoz de la malaria, tuberculosis y NTD, (2) mejorar el conocimiento acerca de la realidad epidemiológica de las NTD y (3) desarrollar herramientas para reflexionar sobre el potencial de las diferentes estrategias de control a utilizar.

IMAGING: Diagnóstico automatizado mediante microscopia de bajo coste

Hoy, muchas enfermedades, como la malaria, siguen diagnosticándose mayoritariamente con un microscopio óptico. En el caso de la malaria, con una gota de sangre y una tinción correspondiente para muestras biológicas hay bastante. Los desafíos son: disponer de microscopistas (en regresión numérica por todas partes) que hayan aprendido a distinguir las imágenes de parásitos y tener tiempo para analizar la muestra en el microscopio. Es una tarea laboriosa, que cuando acaba convirtiéndose en rutinaria (sin controles de calidad sistemáticos) o con un cúmulo de pacientes, puede generar múltiples errores. Para facilitar el diagnóstico, se vio la posibilidad de digitalizar las imágenes (para poder solicitar una segunda opinión diagnóstica, hacer un seguimiento del enfermo, incorporar la imagen en la historia clínica del paciente, capacitar nuevos microscopistas) y automatizar el diagnóstico [1].

El proyecto ha ido avanzando y actualmente se dispone, ya, de un microscopio de bajo coste equipado con un ordenador Arduino, controlado por un teléfono móvil. Arduino es una plataforma electrónica de código abierto, y de bajo coste, que permite implementar diferentes tipos de microprocesadores. El Arduino, siguiendo las instrucciones del móvil, va moviendo el portaobjetos de forma que el móvil puede ir haciendo fotografías de los diferentes campos (áreas del portaobjetos seleccionadas). Mediante técnicas de inteligencia artificial basadas en redes neuronales profundas se detectan automáticamente los parásitos de la malaria. Se complementa la detección realizada en el conjunto de imágenes de la muestra con modelos estadísticos para hacer el diagnóstico. El sistema se prevé verdaderamente económico; todavía no se ha hecho la valoración final del coste total, pero será de pocos centenares de euros por aparato instalado. Ya se ha podido comprobar, también, que la calidad de los diagnósticos es muy alta. De esta manera, los centros de asistencia que realicen diagnósticos por microscopia lo podrán hacer reduciendo enormemente los recursos humanos, económicos y de tiempo, con garantías de calidad sostenida.

Con el trabajo avanzado, se prevé que en pocos meses ya se pueda utilizar para diagnósticos de malaria. Posteriormente, el sistema se podrá adaptar a cualquier otra enfermedad cuyo diagnóstico se pueda hacer por microscopia, como el diagnóstico de una parte de los casos de tuberculosis (los que se puedan hacer a través de los esputos) o las NTD [2].

Si el centro donde se realiza el diagnóstico tiene acceso a internet, la imagen, el diagnóstico y la notificación de casos se podrán enviar a los hospitales responsables, sistemas de vigilancia y/o gestores del sistema. De esta manera, además se podrá recoger

información epidemiológica en tiempo real, sin la necesidad de recursos adicionales. En la gestión sanitaria, tener un conocimiento actualizado de la realidad epidemiológica (en el tiempo y en el espacio) es necesario para poder tomar las mejores decisiones posibles.

Se trata de un proyecto intersectorial, donde colaboran ingenieros informáticos, ingenieros de telecomunicación, ingenieros biomédicos, médicos, enfermeros, biólogos y físicos. Se han sumado esfuerzos tecnológicos, conocimientos biomédicos y conocimientos sobre cooperación para el desarrollo, una fórmula que ya ha dado buenos resultados en proyectos anteriores. Por ejemplo, el proyecto IMAGING realmente se concibió, en buena medida, con los aprendizajes hechos en uno de los proyectos donde colaboramos[3].

> En los países con índice de desarrollo muy bajo, las muertes y los días de incapacidad por enfermedad son causados mayoritariamente por las dificultades de acceso a a asistencia sanitaria

El proyecto actual ha sido posible gracias a los recursos aportados mayoritariamente por la Fundación PROBITAS, que desde su programa Global Laboratory Initiative, entendieron rápidamente y están dando apoyo técnico y económico al trabajo. Hay que añadir que los recursos aportados por el Hospital de la Vall d'Hebron y la UPC son también importantes, tanto económicamente como en personal e infraestructuras. Por su parte, el Departamento de control de NTD de la OMS da apoyo técnico al proyecto, ya que considera que la detección concurrente de diferentes parásitos en la sangre (diagnóstico diferencial de hemoparásitos) es un ejemplo de la estrategia llamada oportunidades de integración sistemática, para aumentar la eficiencia y eficacia en la detección precoz de personas con infección parasitaria. El proyecto es un ejemplo excelente de colaboración, también, entre el sector privado y el sector público, en un trabajo conjunto por para un futuro mejor.

WISCENTD: Datos para hacer posible conocer la realidad

Hay enfermedades tropicales olvidadas, enfermedades desatendidas, en las cuales ha habido negligencia en su seguimiento y control. Algunas de estas son las NTD. La principal causa de esta negligencia es que mayoritariamente afectan en población pobre, por lo tanto, población con poca influencia política y económica. La falta de información epidemiológica (silencio epidemiológico) es una de las causas que hacen que esta negligencia se mantenga en el tiempo. Para resolver realmente el problema es imprescindible disponer de información de calidad. Con este objetivo hace diez años el Departamento NTD de la OMS y el Grupo de Tecnologías de Bases de Datos y Gestión de la información de la UPC empezaron a trabajar conjuntamente para crear una herramienta de gestión de datos que permitiera recoger toda la información disponible sobre las NTD. Una herramienta que permitiera poner al alcance de forma conjunta y contrastada la información de los ministerios de salud, de organizaciones no gubernamentales, de grupos

de investigación, de sistemas de farmacovigilancia, etc.

Dar apoyo a la recogida, integrar todos los datos disponibles y hacerlo sobre software libre es imprescindible para construir una imagen epidemiológica más completa de las NTD. Sacar estas enfermedades del silencio epidemiológico tiene que ser el primer paso para tomar decisiones adecuadas para su control y eliminación. Mostrar la realidad a través de datos abiertos es imprescindible.

El proyecto está bastante avanzado, de hecho, se empezó pensando únicamente en la enfermedad de Chagas para, progresivamente, ir incluyendo todas las otras NTD. En estos momentos se está adaptando al sistema para poder recoger y gestionar también imágenes como datos que son; de manera que la información generada al proyecto IMAGING explicado en el punto anterior podrá ser incluida también en el sistema WISCENTD. Este es un buen ejemplo de un proyecto de CUD dando apoyo a una organización internacional y a su multilateralismo, tan necesario para resolver un desafío planetario que afecta especialmente poblaciones pobres y desatendidas.

Epidemiología matemática: De los datos hacia la comprensión

El oro y el petróleo del siglo XXI son los datos. Entre otras cosas, los datos permiten a las empresas mejorar sus ganancias, permiten a los científicos progresar en sus conocimientos y tienen que permitir a los políticos y gestores tomar mejores decisiones. Pero para poder aprovechar el valor de los datos hay que disponer de herramientas de análisis y de experiencias anteriores, para poder valorar apropiadamente y con criterio las estrategias a utilizar…. Los datos brutos son la materia prima, pero extraer la información que nos proporcionan no es sencillo.

El Grupo de investigación de Biología Computacional y Sistemas Complejos (BIOCOM-SC) de la UPC hace años que trabaja en epidemiología matemática sobre tuberculosis, malaria y NTD. La utilidad más importante de la epidemiología matemática es ayudar a entender la realidad, mostrar de forma objetiva qué nos están diciendo los datos. El siguiente ejemplo nos muestra su valor. Se constató que la situación epidemiológica de la tuberculosis en Nigeria no había mejorado desde 1990. Se llevó a cabo un estudio y se entendió la causa de este problema: el silencio epidemiológico. Se calculó que más de un 80% de los casos no son diagnosticados. Estas conclusiones son parte del trabajo de un matemático nigeriano [4] en la realización de su tesis doctoral en la UPC.

Curiosamente, los aprendizajes hechos por el grupo BIOCOM-SC estudiando tuberculosis, malaria y NTD han sido primordiales para poder ayudar en la gestión de la covid-19. El grupo desde marzo de 2020 colabora con la Comisión Europea y con la Consejería de Salud de la Generalitat de Catalunya. El trabajo con enfermedades poco relevantes en nuestra sociedad ha sido primordial para ayudarnos a hacer frente a la pandemia.

> Hay que animar a las ONGs i fundaciones a incrementar su colaboración también con universidades, institutos de investigación y hospitales

Los datos que se recogen en WISCENTD y los datos que se generarán en IMAGING nos tienen que ayudar a entender mejor la realidad en un trabajo conjunto entre los expertos, como pueden ser los responsables del control de estas enfermedades a la OMS, o los especialistas en los laboratorios, centros u hospitales sanitarios, conjuntamente con los expertos en epidemiología matemática como el grupo BIOCOM-SC. El análisis de los datos nos tiene que servir para poder reflexionar sobre cuáles tienen que ser las acciones a emprender en pro del desarrollo humano. Los datos y los modelos matemáticos nos tienen que ayudar a extraer el mejor conocimiento posible en una valiosa experiencia más de cooperación para el desarrollo.

Conclusiones

La CUD sobre el terreno es imprescindible para afrontar los retos del siglo XXI, pero hay que animar a las organizaciones no gubernamentales (ONGs) y fundaciones a incrementar su colaboración también con universidades, institutos de investigación y hospitales. Estos tienen que ser un actor prioritario en la cooperación catalana para el desarrollo. Pero para hacerlo posible hay que incluir la investigación científica y tecnológica como una de las prioridades de la política de cooperación, tal como demuestran los tres casos de éxito presentados. Su aportación más valiosa no tiene que ser las acciones de larga duración sobre el terreno, sino el desarrollo de conocimientos y de herramientas que puedan significar mejoras sostenibles. La CUD es imprescindible para afrontar los retos del siglo XXI.

No sólo eso, la formación científica y tecnológica en el Sur Global es absolutamente imprescindible también para conseguir cambios trascendentes y sostenibles. Dar apoyo a la enseñanza de las ciencias y matemáticas a secundaria y bachillerato en los países con IDH muy bajo o bajo tendría que ser promovido, así como establecer colaboraciones entre universidades catalanas y universidades del Sur Global para mejorar la formación de sus grados y másteres. Colaborar en investigación y dirigir tesis doctorales a estudiantes del Sur Global, tal como lo hemos visto en el caso de epidemiología matemática en Nigeria, es verdaderamente importante.

Hay que dar apoyo a las organizaciones internacionales que trabajan desde el multilateralismo para el desarrollo humano, pero hace falta que este también pueda ser un trabajo de proximidad. ¡Tenemos la manera de hacerlo! Hay que dar apoyo específicamente a los catalanes que trabajan para el desarrollo humano desde organizaciones como por ejemplo la OMS. La experiencia que hemos vivido desde la UPC nos muestra realmente el potencial e interés mutuo de esta colaboración. Haría falta revisar el apoyo que se da desde Cataluña a las organizaciones internacionales para poder darle más valor y desarrollar todo

su potencial a nivel internacional y local, en Cataluña.

REFERENCIAS

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 línea].
2 — Véase:
• 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 línea].
4 — Ahmad NMR *et al*. (2018) Analyzing Policymaking for Tuberculosis Control in Nigeria. *Complexity* ID 9253846 [Disponible en línea].



Daniel López
Daniel López Codina es doctor en Ciencias Físicas por la UB. Actualmente es profesor titular de la UPC donde imparte docencia de Biofísica y Modelización Matemática de Sistemas Biológicos. Ha sido director de la Escuela Superior de Agricultura y Delegado del Rector en el Campus del Baix Llobregat. Es miembro del grupo de investigaciónen Biología computacional y sistemas complejos de la UPC. Desde hace treinta años está implicado en cooperación para el desarrollo, en la UPC forma parte del Centro de Cooperación para el Desarrollo del que fue director durante tres años, y a nivel local es presidente de la ONG Caldes Solidaria. Ha conseguido que su trabajo de investigación se centre en el desarrollo humano, desarrollando modelos matemáticos en tuberculosis, malaria, enfermedad de Chagas y otras enfermedades desatendidas. Recientemente ha recibido el Premio Ciudad de Barcelona de Ciencias Experimentales y Tecnología por el trabajo de seguimiento de la pandemia de COVID-19.



Elisa Sayrol

Elisa Sayrol Clols se doctoró en Ingeniería de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), donde recibió el premio especial 1994-1995. Realizó estancias predoctorales en las Universidades Northeastern University y University of Southern California entre los años 1990 y 1993. Ha sido Subdirectora y Directora de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona, así como Vicerrectora de Relaciones Institucionales de la UPC. Actualmente es Profesora Titular de la UPC y miembro del Grupo de investigación de procesamiento de imagen y vídeo, asociado al Centre de Recerca IDEAI-UPC. Ha sido representante de la UPC en el EIT Urban Mobility, periodo en el que también ha coordinado el Máster en Movilidad Urbana de la UPC. Forma parte del Comité Académico de CARNET, un hub de conocimiento fundado por la UPC junto con SEAT y VW Research. Su investigación se centra en el estudio de técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo con visión por computador, especialmente en movilidad urbana y en aplicaciones de imagen médica. A este respeto, a iniciativa del Centro de Cooperación para el Desarrollo aceptó trabajar con imágenes biomédicas de malaria, de leishmaniasis y de tuberculosis dirigiendo el desarrollo de herramientas para la identificación de los parásitos.



Alberto Abelló

Albert Abelló es doctor en Informática y profesor en el Departamento de Servicios e Ingeniería de Sistemas de Información de la UPC, experto en Big Data y Business Intelligence. Es miembro del grupo DTIM (Grupo de Tecnologías de Bases de Datos y Gestión de la lnformació). Realizó estancias de investigación en la Universidad de Granada (España), Technische Universität Darmstadt (Alemania), la Université Claude Bernard Lió 1 (Francia), la Universidad de la República (Uruguay) y la University of Edinburgh (Escocia). Ha participado en 24 proyectos de investigación o redes de excelencia tanto nacionales como internacionales, y ha firmado convenios de R+D con empresas como Hewlett Packard o SABE. A petición del Centro de Cooperación para el Desarrollo de la UPC aceptó el reto de colaborar con el Departamento de enfermedades desatendidas de la OMS. Ha liderado el proyecto de crear la base de datos para|por este departamento.