

ROBERT LANGER, CATEDRÁTICO DE INGENIERÍA QUÍMICA EN EL MIT

“No desarrollen nada por dinero, sino por el impacto que tendrá en la sociedad”

Langer, que cuenta con más de 1.400 patentes, 1.500 artículos científicos y unos 220 premios, entre ellos el [Charles Stark Draper](#) –el ‘Nobel’ de los ingenieros–, ayudó a crear la [biotecnológica Moderna](#), que ha desarrollado una vacuna de ARN con la que ya se han comenzado a inmunizar cientos de miles de personas en Occidente. Precisamente, la tecnología que usa Moderna y el suero de Pfizer/BioNTech se basa en las nanopartículas que desarrolló este científico hace 40 años.

Cristina Sáez

22/2/2021 10:40 CEST



Robert Langer, en la Real Academia de Ingeniería de Londres, tras obtener el QEPrize for Engineering en 2015. / Foto cedida por el entrevistado.

En la historia de la ciencia probablemente haya pocos científicos más prolíficos que **Robert Langer** (Albany, Nueva York, 1948), apodado el [‘Edison’ de la medicina](#). Buena muestra de ello son numerosas aplicaciones y avances durante esta pandemia para luchar contra la covid, donde es fácil hallar la huella de este inventor de 73 años, experto en materiales e

ingeniería química y catedrático del **Instituto de Tecnología de Massachusetts** (MIT), donde [dirige un laboratorio con más de 100 investigadores](#). “Nunca he trabajado tanto como ahora”, asegura.

Es el padre de la **ingeniería de tejidos y de órganos** y de los fármacos de **administración controlada**, avances que han impactado positivamente en la vida de millones de personas en todo el planeta. Con su investigación interdisciplinaria ha abierto nuevos campos de investigación a caballo entre la biotecnología, la medicina y la química. Recientemente, participó en el [simposio anual sobre Bioingeniería para la salud](#), organizado por **Instituto de Bioingeniería de Cataluña** (IBEC), este año centrado en la medicina de precisión.

“ *[Los estudiantes] son mi familia ampliada. Si les dan una beca, logran un buen trabajo o publican en una buena revista, me siento feliz. Y si les ocurre algo malo, me entristece.* ”

¿Le importa que coma mientras hablamos? Acabo de terminar una reunión con una compañía que ha montado un investigador del laboratorio y cuando acabemos la entrevista, empalmo con una conferencia que doy.

¡No para!

Lo cierto es que estoy trabajando más que nunca. Cuando estalló la pandemia en marzo, el MIT nos envió para casa y junto con mis estudiantes y postdocs, mientras no podíamos pisar el laboratorio, empezamos a revisar qué proyectos de los que ya teníamos en marcha podían servir también para aplicaciones para la covid. También pensamos nuevos proyectos, claro, y hemos desarrollado desde mascarillas a nuevos viales, que quizás le pueda parecer trivial, pero que son cruciales para distribuir la vacuna.

Incluso hemos investigado nuevos tests de diagnóstico de la covid, respiradores móviles de bajo coste e incluso mejores formas de extraer sangre. Para esto último, hemos creado una empresa, [Seventh Sense Biosystems](#), que ha desarrollado un dispositivo con microagujas. Lo único

que hay que hacer para extraer sangre al paciente es poner el dispositivo sobre la piel, presionar un botón y la sangre pasa al dispositivo. Es muy útil para pacientes ingresados en la UCI, a los que hay que realizar muchas pruebas para monitorizar su estado de salud.

¿Ha dicho mascarillas?

Uno de los hospitales más importantes de Boston, el Brigham and Women's, se puso en contacto conmigo porque necesitaban mascarillas que filtraran de forma eficiente los aerosoles del coronavirus y que fueran reutilizables. Me ofrecieron trabajar con New Balance, una empresa de ropa deportiva que tiene sede también en Boston. Desde el laboratorio, les ayudamos a escoger el material adecuado, que fuera inocuo para las personas, y que tuviera el tamaño de poro de tela adecuado para filtrar el virus. También era importante que se ajustara a la perfección a la cara. Trabajamos muy duro y logramos pasar de tener el concepto de la mascarilla a un prototipo físico en solo tres días.

¿Cómo es ese cubrebocas?

De [poliuretano con cinco capas y cordones elásticos](#) que permiten que se ajuste a la perfección. Cuesta poco más de un dólar, el precio justo para sufragar su fabricación, y New Balance la empezó a vender a hospitales, residencias, policía, bomberos. En el laboratorio, además de éste, tenemos en marcha otro proyecto de mascarillas esterilizables y que serán, cuando se acabe su vida útil, biodegradables.

La biotec Moderna, que ha desarrollado una de las vacunas que actualmente se están utilizando para inmunizar contra la covid, salió de su laboratorio en el MIT.



Moderna, Pfizer y BioNTech, Curevac, Sanofi y Translate Bio están usando diferentes sistemas de administración de nanopartículas de ARN mensajero. Esa tecnología se basa en las ideas desarrolladas

*en nuestro artículo científico en
1976*



Así es. A lo largo de mi carrera he ayudado a crear una serie de compañías, entre ellas Moderna, que impulsé en 2010 y que ahora ha desarrollado una de las vacunas para la covid-19. La idea de esa vacuna de alguna forma también procede de mi laboratorio. Hace muchos años fuimos pioneros en el desarrollo de micro o nano partículas capaces de administrar cualquier fármaco o de llevar ácidos nucleicos, como el ADN y el ARN. Publicamos nuestro [primer artículo científico en *Nature* sobre ello en 1976.](#)

Moderna, pero también Pfizer y BioNTech, Curevac, Sanofi y Translate Bio están todas usando diferentes sistemas de administración de nanopartículas de ARN mensajero con la idea de que, al inyectarlo en el paciente, éste generara anticuerpos que neutralizarán la proteína S del coronavirus y, por tanto, al SARS-CoV-2. Esa tecnología se basa en las ideas desarrolladas en aquel primer artículo científico.

Esa tecnología abre la puerta a generar una nueva generación de vacunas, como por ejemplo para el cáncer.

Antes de la pandemia, Moderna tenía en marcha 14 ensayos clínicos muy prometedores relacionados con vacunas para cardiopatías y enfermedades raras. A partir de ahora es de esperar que vayan llegando al mercado nuevos productos basados en esta tecnología. Y hay que pensarlo en clave de éxito, porque no hace tanto, de hecho, que las compañías trabajan con ARN mensajero. En los años 60 se empezó a investigar en terapia de ADN, pero no fue hasta hace un año cuando se aprobó la primera terapia. El ARN, en mi opinión, se ha movido mucho más rápido, en términos de llegar a hacerse ensayos clínicos en fases avanzadas con él. Y la covid, claro, ha acelerado los procesos para esta vacuna inyectable que fue, además, la primera que comenzó con ensayos clínicos en humanos, el 16 de marzo de 2020.

Hablando de vacunas, su laboratorio colabora con la Fundación Bill y Melinda Gates para lograr una vacuna contra la polio de liberación controlada para países en vías de desarrollo.

Vinieron hace años a nuestro laboratorio con un montón de programas e

ideas y hemos colaborado con ellos desde entonces, tanto en la vacuna de la polio como de otras enfermedades y proyectos de nutrición. Hay unos 2.000 millones de personas en el mundo que sufren desnutrición y estamos desarrollando nuevas formas para poderles dar hierro y vitamina A a través de la fortificación de alimentos. También hemos creado pastillas anticonceptivas que se toman una vez al mes, en lugar de diariamente, lo que facilita la adherencia al tratamiento y disminuye su coste. Y trabajamos en un tratamiento contra la malaria que permita tomar una pastilla cada 15 días. Todas estas ideas salen de mi laboratorio y ahora ya hay empresas que las están desarrollando. Pero usted me ha preguntado por las vacunas, ¿no es así?

Así es.

Hemos desarrollado una nueva tecnología de impresión, [que ya publicamos en *Science* hace tres de años](#), para crear vacunas que, digamos, se autoimpulsan. La idea es que le ponemos a la persona una dosis que está compuesta por micropartículas, cada una de las cuales estalla en un momento distinto. Es decir, que, en el momento de vacunar a la persona, esas micropartículas se quedan en la sangre, sin liberar su carga. Al mes, estallan algunas, a los tres meses más, otras cuantas a los seis y así, en función del tiempo que interese.

¿Cómo funcionan?

Piense en ellas como pequeños cascarones, cada uno de los cuales tiene un grosor determinado y puede estar fabricado con un material un poco distinto. En algún momento, ese cascarón se romperá y podemos controlar el momento en que lo hace mediante el material que escogemos y el grosor con que hacemos ese cascarón. De esta forma, con una sola dosis consigues que la vacuna se vaya activando paulatinamente.

“ *El ARN, en mi opinión, se ha movido mucho más rápido en términos de llegar a hacerse ensayos clínicos de fases avanzados. Y la covid, claro, ha acelerado los procesos* ”

De momento, estamos en ensayos con animales, pero esa inyección única que recibes te va estimulando para que generes anticuerpos y que estés protegido contra un patógeno, de manera que no tengas que regresar al médico, porque eso supone un gran problema en muchos países en vías de desarrollo. Además, creemos que puede ayudar a tener mayores niveles de anticuerpos protectores en sangre.

En el caso de la vacuna para la covid, de la que por el momento se desconoce durante cuánto tiempo nos conferirá inmunidad, un tipo de inmunizable como el que propone podría ser muy útil...

Esa es la idea. La tecnología que hemos desarrollado se puede aplicar a muchas vacunas, lo único es que para cada una tenemos que formularla de forma un poco distinta por temas de inestabilidad. Pero sí, definitivamente, este tipo de vacunas podría ayudar a garantizar inmunidad durante un periodo más largo de tiempo.

Muchas de sus ideas, que ahora son la base de numerosos avances científicos, costaron que calaran en su momento. Por ejemplo, su idea de [administrar fármacos de manera controlada](#).

Muchos de mis colegas pensaron que me equivocaba, no estaban de acuerdo con la ciencia. Fue horrible. Además, rechazaban mis aplicaciones para becas, tenía problemas para conseguir un trabajo, para obtener dinero. Fue una época muy, muy dura. Si solo me hubieran ignorado... Pero estaban en desacuerdo y me lo pusieron muy difícil. Los 70 y los 80 fueron años muy, muy duros. Y ahora... todo el mundo utiliza mis ideas.

Tiene más de 1.400 patentes y supera los 1.500 artículos científicos publicados. Es el ingeniero más citado de la historia.

“ *Recuerdo que cuando desarrollé aquellas primeras micro o nano partículas que podían administrar nanomoléculas, me ridiculizaron*

”

Ya ve, no me rindo rápido. Creía en la ciencia que estaba haciendo. Pero recuerdo que cuando desarrollé aquellas primeras micro o nano partículas que podían administrar nanomoléculas, como ácido nucleico, me ridiculizaron. “Está mal, es un error, es imposible, no puede funcionar”, me decían. Tuve que pasar 10 años convenciendo a otros científicos de que la ciencia era buena. Entonces, con el tiempo, otros empezaron a probarlo y a mejorarlo.

¿Cómo surgió esa idea de administrar fármacos de forma controlada?

Tras hacer el doctorado, acabé de postdoc en el Hospital de Niños de Boston trabajando junto a [Judah Folkman](#), un cirujano muy famoso. Me propuso desarrollar algún fármaco que pudiera detener el crecimiento de los vasos sanguíneos. Y para eso, necesitábamos hacer un bioensayo, que nos permitiera estudiarlos primero. Pero eso era extremadamente complicado: nos hacía falta algo que fuera muy, muy pequeño, diminuto, pero que pudiera llevar moléculas grandes durante el tiempo necesario. Y esas moléculas debían tener la capacidad de detener la angiogénesis (formación de vasos sanguíneos nuevos a partir de los preexistentes). Eso es lo que me motivó, lo hicimos y pensamos que podía ser útil para otras cosas. De hecho, se ha aplicado en fármacos para el cáncer, la diabetes y otras enfermedades.

¿De qué proyecto se siente más orgullo de su carrera?

Si me permite, destacaría dos. Primero, mis estudiantes: he tenido cerca de 1.000, doctorandos y postdocs, entre ellos muchos españoles muy buenos que luego han regresado a España, como [María José Alonso](#), que ha tenido mucho éxito.

Las malas lenguas aseguran que en su laboratorio nadie duerme, que se hacen turnos de 24 horas todos los días de la semana, algo que, viendo la cantidad de proyectos relacionados con covid en marcha desde el inicio de la pandemia, es fácil de creer.

Es que es así, ¿qué le puedo decir? A la gente le gusta el ambiente que hay, son casi familia. Y la verdad, me siento muy contento sabiendo que la gente se siente feliz en el laboratorio y que les guste tanto investigar.

Y el segundo de los logros que recuerdo con más orgullo es precisamente del que hablábamos hace un momento, el de aislar los inhibidores de vasos sanguíneos. Logramos las primeras partículas que podían administrar macromoléculas como ARN, péptidos y proteínas. Pero me gustaría añadir un tercero. ¿Puedo?

Adelante.

La ingeniería de tejidos, que nos ha permitido crear nuevos tejidos y órganos. La idea empezó con uno de mis amigos, [Joseph Vacanti](#), Jay, con quien trabajé durante bastante tiempo. Lo nombraron jefe del programa de trasplante de hígado del Hospital de Niños de Boston. Ya antes habíamos participado juntos en el proyecto de angiogénesis. Un día, vino a verme y me dijo: “Bob, tengo bebés pequeños que se mueren por fallo hepático. ¿Podrías hacer un hígado para ellos desde cero?”. Empezamos primero con una lluvia de ideas sobre formas de conseguirlo que al final nos llevó a la ingeniería de tejidos. Era la década de los 80.

¿Cómo?

“ *Me siento orgulloso de mis estudiantes: he tenido cerca de 1.000, doctorandos y postdocs, entre ellos muchos españoles muy buenos que luego han regresado a España, como María José Alonso* ”

Primero tomamos células y las pusimos sobre un polímero vegetal, que era como una moneda, bidimensional. Pero aquello no nos permitía obtener la suficiente masa de células. Entonces, un día Jay estaba en Cape Cod (popular destino costero en Massachusetts) y se fijó en unas algas de mar. Y aquello le dio una idea. Me pidió que hiciera un andamio de polímero que imitara a aquella alga, con una gran área de superficie. Y fue así como logramos poner las células en aquel andamio y a partir de ahí, continuamos.

¿En qué punto están sus proyectos de ingeniería de tejidos?

Hemos logrado que nuestra piel artificial sea aprobada por la FDA y ahora estamos haciendo vasos sanguíneos y estamos muy cerca de la aprobación, en ensayos en fase III. También estamos en ensayos clínicos fase I, II y III con personas con parálisis y con pérdida auditiva.

Estamos trabajando con tejidos y órganos que ponemos en un chip para probar nuevos fármacos, de manera que no haya que usar animales o personas. Y algunos de mis estudiantes han empezado a hacer un corazón en un chip, incluso un hígado y el tubo digestivo en un chip. De hecho, uno de mis alumnos ha creado una empresa con la que fabrica carne artificial así, mediante ingeniería de tejidos. Y cuero, sin para ello usar animales.

¿Qué retos científicos le gustaría lograr en los próximos cinco años?

Para empezar, desarrollar mejores fármacos para países en vías de desarrollo. Es un área crucial en el laboratorio y estamos avanzando mucho con la Fundación Bill y Melinda Gates. Desde nuevas vacunas para la polio a nuevos tratamientos para la malaria. En salud global hay muchos problemas acuciantes y en ese sentido, en todo lo que hacemos en el laboratorio, intentamos tener en cuenta la implementación en países en vías de desarrollo. Por ejemplo, si te puedes tomar una pastilla al mes en lugar de una cada día, seguramente eso sea más barato y también fácil de seguir. Y también está el control de natalidad, y la nutrición, muy importante.

¿Qué está haciendo desde su laboratorio para contribuir a resolver el tema de la desnutrición?

“ *Me gustaría desarrollar mejores fármacos para países en vías de desarrollo. Es un área crucial en el laboratorio y estamos avanzando mucho con la Fundación Bill y Melinda Gates*

”

Junto a la Fundación Gates, hemos creado un ingrediente, tipo sal inteligente. Mientras está en una olla con agua hirviendo, por ejemplo para

hacer una sopa, no pasa nada, pero cuando la persona ingiere el alimento, este ingrediente comienza a liberar nutrientes. De hecho, ya hemos desarrollado un material, aprobado por la FDA, que nos permite encapsular nutrientes. Hemos realizado pruebas poniendo dentro hasta 11 nutrientes, y luego lo hemos hervido en agua durante dos horas. Este 'ingrediente' no cambia de color, ni se pierde ni nada. Pero cuando lo pones en un ambiente de jugos gástricos, como los que hay en el estómago, libera los nutrientes.

Lo hemos probado también en animales. Y junto a la Escuela Federal Politécnica de Zúrich (Suiza) lo hemos optimizado y hecho ensayos con humanos y ¡funciona! Debo decir que los alimentos tienen buen sabor: hemos preparado pan con ellos y está rico. Ahora la Fundación Gates nos ha ayudado a empezar una *spin-off* llamada '[Partículas para la Humanidad](#)', para intentar ayudar a la población de países en vías de desarrollo.

¿Qué otros problemas querría resolver?

Las vacunas. Me gustaría poder desarrollar mejores formas de administrar material genético, ya sea ARN o ADN, o editar genes. Y después, hay varios problemas de ingeniería de tejidos en los que estamos trabajando. Por ejemplo, estamos ayudando a personas con parálisis, a personas sordas a oír de nuevo, a crear un páncreas artificial.

Me gustaría dejar claro que si consigo llevar a cabo todos esos proyectos es gracias al equipo de personas fantástico que tengo en el laboratorio. Hacen un trabajo fabuloso. Para mí, lo más importante es tener un gran equipo como el que tengo, con estudiantes y postdocs brillantes.

Sus estudiantes dicen de usted que es un gran mentor.

Ellos son mi familia ampliada. Realmente, lo siento así. Si les dan una beca o logran un buen trabajo, o publican en una buena revista, me siento feliz. Y si les ocurre algo malo, me entristece. Quiero que tengan vidas fantásticas.

¿Por qué decidió aplicar los principios de la ingeniería a la salud humana? En la época en que usted se licenció de la universidad, la mayoría de sus compañeros de promoción acabó en alguna petrolera.

Por la satisfacción enorme que me produce poder ayudar a las personas. Tomé conciencia de ello ya como profesor ayudante. Al principio, pensé que era que me gustaba dar clases, la educación, pero como en aquella época no conseguía que nadie me contratara, empecé a mirar si podía trabajar en hospitales.

Uno de los mantras que repite en el laboratorio a sus estudiantes es que no desarrollen nada por dinero, sino por el impacto que tendrá en la sociedad.

“ *Creo firmemente en esto: Si haces cosas que son beneficiosas para la sociedad, muchas veces el dinero vendrá detrás* ”

Para mí es la única manera correcta de enfocar la ciencia. Creo firmemente en eso. Y si haces cosas que son beneficiosas para la sociedad, muchas veces el dinero vendrá detrás. Como le digo a mis hijos, hacer algo de lo que te sientes satisfecho, que te hace sentir feliz, es lo más importante. Es así, no hay nada más importante que tener vidas felices y saludables. Y ese es el consejo que le doy a mi familia y a mis investigadores en el laboratorio. Por su puesto que está muy bien hacer dinero, pero creo que es secundario a hacer algo con lo que te sientas realizado.

La crisis de la covid ha puesto de manifiesto como nunca la necesidad de que el conocimiento científico llegue a la sociedad.

Sí, es crucial. Y en eso, los medios de comunicación y también los políticos, podéis contribuir mucho porque tenéis en vuestra mano la posibilidad de alcanzar a muchas personas. De hecho, una de las razones por las que acepto entrevistas como esta con periodistas es porque vosotros tenéis una audiencia mucho mayor que la mía. Yo doy una conferencia y, pongamos por caso, vienen 500 personas. Eso sería un éxito. Pero, ¿Cuánta gente leerá esta entrevista? ¡Miles!

Derechos: **Creative Commons**

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)