

INGENIERÍA BIOLÓGICA: PROPUESTA ACADÉMICA E INNOVACIONES PARA MEJORAR LA SALUD

SEÑALES VITALES

Aman la biología, pero también los números. Esta es una de las características que tienen en común los que se dedican a esta disciplina. Ropa inteligente, instrumentos que miden articulaciones y volumen de órganos, así como sistemas informáticos para resolver problemas médicos, son algunas de las iniciativas que los especialistas están desarrollando. Los desafíos son mejorar lo existente, animarse a lo inexistente y adaptarse a las necesidades del país.

NATALIA CALVELLO

EL PIZARRÓN SE llena de garabatos: algunas ecuaciones indescifrables junto a dibujos del corazón y las arterias. En la pared se proyecta una diapositiva: "Estructura y función cardíaca", se lee en el título. Ignacio Farro, médico y docente, explica el sistema cardiovascular y cómo medir sus funciones. Son diez estudiantes y todavía hay varios escritorios libres.

Una camilla, un aparato que mide presión arterial, un Sphygmocor (medidor de varios parámetros cardiovasculares) y un ecógrafo serán utilizados por los propios estudiantes para medir las señales de su cuerpo al final del taller. A simple vista parece una clase de medicina, pero se trata de uno de los talleres de la Licenciatura en Ingeniería Biológica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (FING-ÚDELAR), carrera que surgió en Paysandú en 2014 y este año comenzó a dictarse en Montevideo.

Los problemas de las ciencias de la vida y la medicina son los ámbitos de desarrollo de la ingeniería biológica, comprendiendo a los seres humanos, los animales y las plantas. Si bien abarca a la ingeniería biomédica, ésta se asocia más al desarrollo de equipamiento clínico, mientras que la ingeniería biológica amplía su espectro hacia otros desafíos de la humanidad, como la agroindustria y la ingeniería de alimentos, con su impacto en la salud.

"Cuando el corazón irriga al resto del cuerpo, utiliza todo el sistema arterial, esto para los ingenieros tiene las mismas ecuaciones que unas líneas de transmisión que traen energía de Salto Grande a Montevideo", graficó el doctor en biomecánica y fisiología Ricardo Armentano, director del Departamento de Ingeniería Biológica. La formación que él hizo en el exterior, dijo, actualmente puede resolverse en cuatro años con esta licenciatura. No obstante, la aplicación de la ingeniería en la biología se desarrolla desde hace 30 años en la región, aunque predomina el trabajo biomédico y las publicaciones clínicas, señaló el ingeniero. En Uruguay, el antecedente directo es el Núcleo de Ingeniería Biomédica (NIB) que funciona en el Hospital de Clínicas desde 1985 y pertenece tanto a la FING como a la Facultad de Medicina.



FOTO: MANUELA ALDABE

BIOLOGIZADOS. La carrera surgió en Paysandú en parte para fomentar el polo agroindustrial que representa la Estación Experimental Mario Cassinoni.

Una de sus características es que la práctica aparece desde el primer año. Los estudiantes aprenden ingeniería a partir del manejo de las señales de su propio cuerpo: presión arterial, temperatura, señales oculares, frecuencia respiratoria, entre otras. De esta forma no es necesario esperar la interpretación médica, los estudiantes "tienen los conceptos incorporados prácticamente al mismo nivel que lo tendría un estudiante de medicina o biología", ilustró el director.

Al 60 por ciento de quienes optan por esta carrera les hubiera gustado estudiar medicina, pero no se animaban a tocar a un paciente, confesó Armentano. Es el caso de Camila Simoes y Carolina Panizza, estudiantes de Paysandú y de Montevideo, respectivamente. "Quería seguir vinculada a la medicina, pero no ejercer directamente",

contó la primera, quien comenzó estudiando bioquímica hasta que apareció esta opción, y ahora cursa tercer año. En la misma línea, a Carolina le "daba cosa" que la vida de alguien dependiera de ella, así que comenzó ingeniería química, pero se desilusionó al ver que el perfil de la carrera estaba más vinculado a lo industrial que a la biología.

Lo mismo le pasó a Camila Garmendia, que además estaba decidida a mudarse a Paysandú hasta que le llegó la noticia de que la carrera comenzaría en la capital. Otro caso curioso es el de Sebastián Puchet, que empezó ingeniería en computación y este año le sumó la biológica para complementar su trayecto. En Paysandú, Camila Simoes cursa tercer año de la carrera y es la primera estudiante en realizar una pasantía. Trabaja en el Instituto Pasteur analizando datos de citometría de flujo, una técnica utilizada en biología celular que permite medir parámetros de células; por ejemplo, ver si hay poblaciones "aberrantes" (células que pueden afectar al organismo) y así diagnosticar y hacer un se-

guimiento de las patologías. De esta forma la estudiante se ocupa del análisis de datos que se obtienen de las células de un paciente. Para este análisis ya existe un software, pero la licencia es costosa y sólo se puede usar en una computadora por vez, por eso Camila está trabajando para encontrar un prototipo mejor, a nivel matemático, con respecto al software actual, y que además sea de licencia libre.

CUERPO ELÉCTRICO. En el taller de primer año, el laboratorio del futuro —así lo llama Armentano— está listo para que los estudiantes midan su actividad cardíaca. Camila Garmendia es la primera estudiante en probar el sistema. Una vez acostada en la camilla, su brazo se ubica sobre un soporte y se le coloca un mango de tomar la presión. A su vez un ecógrafo registra la arteria de su brazo.

"Cuando dentro de 15 años vayas al médico no va a tener más el manguito, sino este aparato que es la nueva forma de medir hipertensión", auguró el profesor, señalando al Sphygmo-

cor, una especie de caja blanca de unos 20 centímetros de alto, con un dispositivo similar a un lápiz que, en contacto con el antebrazo, puede medir la presión central a partir de la arteria radial (ubicada en el brazo). A diferencia de la presión arterial braquial que comúnmente se mide en los centros de salud, la presión central es la que viene de la aorta y la que importa en el momento de prevenir las enfermedades cardíacas, ya que es la presión de salida del corazón. Así se puede medir la presión central de una forma no invasiva, ya que la otra forma es introduciendo un catéter hasta la arteria.

Ahora es el turno de Sebastián Puchet, a quien se le coloca esa especie de lápiz del Sphygmocor en el cuello para observar las arterias carótidas. Este análisis permite ver si el paciente tiene placas de ateroma en el cuello, obstrucciones en las arterias que si se despegan pueden provocar infartos o accidentes cerebrovasculares.

Como lo importante es medir el tamaño de la placa de ateroma, Armentano elaboró para su

tesis doctoral en Francia un software que a partir de las señales proporcionadas por un ecógrafo puede procesarlas y ver el espesor de las arterias, la composición de las placas de ateroma y otros parámetros de salud cardiovascular. "El médico ve la pared de la arteria, pero mira esa línea verde de ahí", señala Armentano, haciendo alusión al espesor de la arteria trazado por el software.

A partir de este sistema se puede detectar precozmente las enfermedades cardiovasculares, explicó. El docente incluso prevé su aplicación en la oncología: "¿Cómo hace un robot para sacar un tumor? Tenés que hacer un posprocesamiento de las imágenes para que el cuchillo vaya a una zona perfectamente delimitada".

Los nuevos procedimientos de la American Health Association indican que se debe medir la presión central y no la braquial, advirtió, pero en Uruguay sólo hay tres equipos para medirla. No obstante, para eso el grupo de Ingeniería Biológica está trabajando en el desarrollo de un proyecto de ropa inteligente, es decir, una camiseta que mida todos estos parámetros. "Queremos hacer el Plan Ceibal para los ancianos", apuntó Armentano, y añadió que de esta forma los médicos podrían monitorear la salud de sus pacientes si la información les llega a un *smartphone*.

La camiseta inteligente llevaría sensores que estarían en contacto con el pecho del sujeto. El ingeniero eléctrico Germán Fierro, quien está haciendo un posgrado en ingeniería biológica, halló esta innovación que, según Armentano, no existe en el mundo. "Utilizo el censado de señales biológicas para estimar indirectamente la presión arterial central", explicó Fierro, quien busca generar un sistema de bajo costo.

En la última Ingeniería de muestra llamaba la atención el stand "Tus ojos tienen el control". Quienes participaban podían mover un auto de juguete con el movimiento de sus ojos. Esto se lograba conectando el auto a sensores dispuestos en la zona de la cara para captar las señales eléctricas procedentes de los músculos oculares. A su vez, estas señales se procesaban a través de un software para comandar el auto.

Cardelino explicó que el control del auto es una demostración sencilla de las potencialidades de este sistema, que a través de las señales eléctricas del cuerpo puede manejar objetos a distancia, como las prótesis en el cuerpo. El cuerpo se mueve mediante músculos, que funcionan porque los nervios transmiten impulsos eléctricos, explicó el docente, y agregó que la tarea de los ingenieros es medir esa señal eléctrica.

Si bien en otras partes del mundo ya existe este tipo de sistemas, lo complicado, según Cardelino, es la fineza del movimiento: "La mano tiene 27 formas distintas de moverse, y las

prótesis más comunes pueden hacerlos". Trabajar en la precisión de los movimientos es uno de los desafíos que el grupo de Ingeniería Biológica se plantea a futuro; incluso el último año de la carrera cuenta con una especialización en prótesis y biomecánica.

Además de experimentar con las señales del ojo, en el taller de primer año se busca que los jóvenes tengan una idea vivida de cómo se expresan el corazón, el cerebro y la piel.

El reconocimiento de las emociones a través de la medición de parámetros biológicos es otro de los proyectos. La iniciativa se lleva a cabo con psicólogos que generan estímulos a un grupo de personas, y a partir de ahí se observa cómo reaccionan y qué parámetros varían, como la frecuencia cardíaca, por ejemplo. "El psicólogo no sabe cuál va a ser el parámetro que se va a alterar, vos lo que hacés es medirlos y descubrir", contó Cardelino.

En cuanto al desarrollo agroindustrial, se trabaja en la caracterización de alimentos, por ejemplo para analizar el estado de un frasco de mermelada, observar lo que sucede en el estómago de los rumiantes o elaborar un software para planificar un tambor.

HERRAMIENTAS. En una de las salas del N1B varios aparatos médicos antiguos y algún que otro hueso son los ornamentos del lugar. Nunca falta un pizarrón. El ingeniero Franco Simini, su director, contó a Brecha que tanto su espacio como la carrera en ingeniería biológica se complementan, ya que suelen compartir cursos. En el futuro, aseguró el ingeniero, la relación se intensificará cuando los estudiantes, tanto de Paysandú como de Montevideo, lleguen al módulo de la carrera orientado a la biomédica.

Desde el N1B, Simini desarrolla varios proyectos junto con estudiantes, colegas y médicos. Uno de ellos es Cinarco, un instrumento que combina rayos X y procesamiento de datos para determinar los parámetros de la articulación de la rodilla, como el centro de rotación. De esta forma el médico puede observar cómo evoluciona un ligamento roto o una prótesis: "Hoy en día esto se basa en una placa, nosotros mostramos la rodilla en 90 grados y se hacen cálculos para ver si ese movimiento está bien o mal". Según Simini, este sistema no existe en el mercado mundial, por eso la idea es vender la patente cuando el prototipo esté listo.

El Nefrovo permite estimar el volumen de los órganos mediante ecografías, en particular de los riñones cuando están deformados, medida que se vuelve compleja de tomar por la forma irregular de estos órganos. Este sistema podría obtener financiamiento de una empresa italiana, señaló el ingeniero. Otro proyecto es Abdopro, que se trata de una "campana" para reducir

la presión intra-abdominal. Hasta el momento esta enfermedad se trataba mediante una intervención quirúrgica, pero ahora se plantea obtener los mismos resultados con un tratamiento menos invasivo. Estos tres proyectos tienen financiamiento del Espacio Interdisciplinario de UDELAR para desarrollar la idea, que luego de patentada será vendida a la industria, contó Simini.

Además de estas iniciativas hay cuatro sistemas de informática médica, orientados a resolver problemas clínicos, que forman parte de un proyecto de extensión universitaria que se implementará en los hospitales de San José y Pando con un grupo de estudiantes. Hemológica es uno de ellos, y se trata de un programa de fomento de donación de sangre que también comprende su trazabilidad. El segundo sistema, Simic, hace un seguimiento del enfermo cardíaco a través de mensajes en el celular. Por ejemplo, los médicos reciben alertas cuando hace mucho tiempo que el paciente no se controla, a la vez que el paciente recibe recordatorios y recomendaciones. Sami y Sarem se denominan los otros dos sistemas, que se encargan de la gestión automática de la consulta médica, es decir que si un paciente se da de baja, el software pone automáticamente esa consulta a disposición de otros. Esta aplicación se implementará en la policlínica de adolescentes, ya que, según Simini, la mayoría cuenta con un celular inteligente para poder acceder a la aplicación.

Para el director del N1B, en el desarrollo de prototipos hay que guardar un 2 por ciento de esfuerzo para lo que él llama el "epílogo". Esto es, llevar la innovación a la sociedad, que una empresa se interese en un prototipo y poder venderle la patente. Por eso uno de los desafíos en el diseño de prototipos es que sean de bajo costo, para adaptarse al mercado uruguayo.

En una línea similar, Cardelino considera que el ingeniero debe ser capaz de generar valor agregado y vender un "aparato atado con alambres que sabemos que funciona", para que la empresa se encargue del desarrollo comercial. Por eso el que investiga no siempre hace el producto, sino que el científico tiene un rol más de facilitador que de emprendedor. Al respecto, Simini comentó que cuesta encontrar una empresa que quiera desarrollar un prototipo: "Si estuviéramos en Alemania o Francia vendrían los industriales a preguntarme qué estoy haciendo".

Cardelino también observó cierto vacío legal en la responsabilidad de los ingenieros al instalar equipos médicos en los hospitales. Sin embargo, Simini no percibe esto porque la praxis de la medicina comprende a todo el equipo médico, del cual el ingeniero también forma parte. "La gente piensa que el médico es el que cura, como un superhéroe, ¿y todo eso quién lo fabrica? No diagnosticamos, pero le damos al médico las herramientas", reflexionó Cardelino. ■

recibimos & publicamos

Montevideo, 25 de abril de 2016

Señor decano de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
Profesor titular Alvaro Rico
Presente

De nuestra mayor consideración:

Por la presente nos dirigimos a usted y, por su intermedio, a los señores consejeros de esta facultad, a fin de comunicar nuestra renuncia a las respectivas direcciones de los departamentos de Letras Modernas y Literaturas Uruguayas y Latinoamericana del Instituto de Letras.

Estas renunciaciones obedecen, fundamentalmente, a la reincidencia en procedimientos que se adoptaron en oportunidad de proveerse cargos docentes —grados 4 y 5— de la asignatura teoría literaria (Departamento de Teoría y Metodología de la Investigación Literaria), procedimientos que rechazamos.

El primer caso tuvo lugar en la segunda mitad del año 2013. Entonces, el señor decano, profesor Alvaro Rico, propuso un tribunal para evaluar los méritos de dos candidatos que aspiraban al cargo de profesor titular de teoría literaria. Su propuesta desplazó a dos de los tres miembros de la Comisión Asesora que ya había emitido su fallo. De este modo fue eliminado del tribunal el profesor Noé Jitrik, doctor honoris causa de la Universidad de la República, profesor emérito de la FHCE, de amplísima trayectoria en la Universidad de Buenos Aires y de difundida labor en diferentes partes de América Latina y Europa. Así, también, fue eliminada del mismo tribunal la profesora Beatriz Vegh, ex directora del Departamento de Letras Modernas, académica de la lengua, de un vasto desempeño en el área de los estudios literarios. Los dos profesores fueron desplazados sin fundamentación alguna.

Tres de los cinco nombrados para el tribunal renunciaron (el doctor Roberto Echavarrén y los profesores argentinos Carlos Altamirano y Beatriz Sarlo). En otra sesión del Consejo fueron sustituidos, y una vez más se desconoció a los profesores Jitrik y Vegh.

El segundo caso, que en rigor impulsa esta nota, tuvo lugar en el último Consejo de la Facultad celebrado el 13 de abril, según pudimos informarnos con el expediente a la vista el pasado miércoles en reunión de directiva. Ahora, los procedimientos han sido aun menos escrupulosos. Se llama a concurso a un cargo de profesor agregado para el Departamento de Teoría Literaria. El Consejo nombra una Comisión Asesora según sugerencia de la Comisión Directiva del Instituto de Letras que, en la oportunidad, contó con las firmas del profesor Mirza y de los suscritos. La Comisión Asesora recomienda el nombramiento de uno de los tres candidatos por entender que tiene méritos francamente superiores a los demás. No obstante, en marzo de 2016 el Consejo decide llamar a concurso de méritos entre los concursantes.

A pedido de la Sección Concursos, la Comisión Directiva del Instituto de Letras sugiere —como es de uso— que integren el tribunal quienes formaban la Comisión Asesora, agrega dos profesores titulares y mantiene al mismo suplente. En la sesión del 13 de abril el Consejo elimina a dos miembros de la Comisión Asesora, a uno de los titulares y al suplente. Sólo mantiene al profesor titular Mirza y al profesor titular Gustavo Remedi, quien había obtenido este cargo en el primer episodio reseñado en esta nota. En suma, el Consejo barre con dos tercios del tribunal.

Aunque puedan invocarse amparos formales para estas prácticas, este reiterado modus operandi desconoce las potestades académicas de la Comisión Directiva del Instituto y menoscaba las actuaciones de las comisiones asesoras, al privilegiar criterios que no parecen buscar objetivos académicos.

Por estas razones presentamos renuncia, en carácter indeclinable, al cargo de directora de Letras Modernas para el caso de la profesora Alma Bolón y de director del Departamento de Literaturas Uruguayas y Latinoamericana, para el caso del profesor Pablo Rocca. Renunciar es la única contribución que podemos hacer ante las condiciones actuales.

Sin otro particular nos despedimos atentamente,

Alma Bolón
Pablo Rocca

Nota: El profesor Pablo Rocca hace constar que no renuncia a la dirección de la Sección de Archivo y Documentación del Instituto de Letras porque, hace ya un año, su representante legal presentó un recurso que cuestionaba su prematuro apartamiento de tal función. Tal recurso nunca fue respondido.