



CEU

*Universidad
San Pablo*

Escuela Politécnica Superior

Bioingeniería: Una ingeniería para el siglo XXI

Carlos Óscar Sorzano
Profesor Agregado
Universidad CEU San Pablo

Festividad de San José
Marzo 2013



CEU | *Ediciones*

Bioingeniería: Una ingeniería para el siglo XXI

**Carlos Óscar Sorzano
Profesor Agregado
Universidad CEU San Pablo**

Festividad de San José
Marzo 2013

**Escuela Politécnica Superior
Universidad CEU San Pablo**

Bioingeniería: Una ingeniería para el siglo XXI

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita escanear algún fragmento de esta obra.

© 2013, Carlos Óscar Sorzano

© 2013, Fundación Universitaria San Pablo CEU

CEU *Ediciones*

Julián Romea 18, 28003 Madrid

www.ceuediciones.es

Depósito legal: M-12456-2013

Bioingeniería: Una ingeniería para el siglo XXI

Excelentísimo y Magnífico Sr. Rector de la Universidad CEU San Pablo, Ilustrísimo Sr. Director de Arquitectura de la EPS, Ilustrísima Secretaria Académica de la EPS, Ilustrísima Subdirectora de Ordenación y Recursos Académicos de la EPS, Ilustrísimo Señor D. Pedro Cura Lluvia, capellán del Campus de Montepríncipe, Autoridades Académicas, Profesores, Personal de Administración y Servicios, Estudiantes, Invitados, Amigos todos.

Cuando el director de la Escuela me invitó a impartir la lección magistral de la celebración del día de San José, inmediatamente pensé en la próxima creación del Grado en Ingeniería Biomédica que se impartirá en esta escuela, y la oportunidad de este foro para reflexionar sobre los nuevos estudios que la Universidad CEU San Pablo va a comenzar en el curso 2013/2014. En los próximos minutos les invito a ponderar el momento de cambio en el que nos encontramos inmersos y en el que la ingeniería biomédica, también conocida como bioingeniería, juega un papel trascendental como proveedora de la tecnología transformadora.

Si nos encontráramos en una Facultad de Medicina celebrando el patronazgo de San Lucas, sería fácil urgir a los médicos a emular el ejemplo de su patrón en el ejercicio de su profesión. Si estuviéramos en una Facultad de Magisterio celebrando el día de San José de Calasanz, podría hacer lo propio con los maestros. Pero nos encontramos en una Escuela Politécnica, celebrando el día de San José y con el encargo de dar una lección magistral sobre ingeniería biomédica. La conexión entre San José y la ingeniería biomédica es, cuanto menos, más creativa.

No obstante, un rector de esta universidad me resolvió la papeleta hace unos años al decir que sigamos el ejemplo de San José y hagamos felices a los demás. Bien mirado, el papel de los ingenieros y los arquitectos es modificar la naturaleza en nuestro entorno para hacer la vida más fácil y plena, consiguiendo que los demás de esa forma puedan llegar a ser más felices.

Visto esto, pasemos a continuación a reflexionar sobre el momento de la historia en el que nos encontramos y sobre el papel que tiene en él la bioingeniería.

Un poco de historia

En el año 2006, un artículo editorial de la revista de divulgación de la mayor asociación mundial de ingenieros de telecomunicación y electrónica, la IEEE, discutía cómo hacer ingeniería en la era de la biología. Y es que en el ámbito científico y académico se ha instalado la noción de que las Ciencias de la Vida están experimentando en el siglo XXI un crecimiento sin parangón en ninguna otra disciplina. Pareciera que los ingenieros tuvieran que adaptarse a un nuevo cambio de paradigma y encontrar nuevos nichos de aplicación para sus conocimientos.

Probablemente, si pudiéramos hablar con ingenieros de siglos pasados, todos tendrían el mismo discurso: “Vivimos en una época de cambio, y debemos adaptar nuestro saber a los nuevos tiempos”. Es como si los ingenieros siempre hubieran vivido en un cambio continuo. Lo cuál probablemente sea cierto como veremos a continuación. Sin embargo, yo me atrevo a ir más allá y aseverar que no es que estemos en una época de cambios, sino que nos encontramos en un cambio de época, en el que se producirán profundas transformaciones sociales. Permítanme argumentar esta afirmación.

En la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX se vivió una profunda revolución tecnológica a través de la máquina de vapor que transformó intensamente la forma de vivir de las personas de la época, transformó las ciudades, las relaciones económicas, la política y, en general, la sociedad. Esa revolución industrial fue seguida por un largo periodo (alrededor de 100 años) en el que los cambios iniciados en los siglos anteriores continuaron perfeccionándose y permeando cada aspecto de nuestra forma de vida.

En el primer tercio del siglo XX, fueron los transportes los que fueron ampliamente evolucionados. Tanto en su aspecto de transporte a largas distancias con la introducción de la aviación como en su aspecto de incrementar exponencialmente la movilidad con la irrupción del automóvil y la creación de una densa red de transporte terrestre por carretera. De nuevo, esta revolución del transporte modificó profundamente la configuración de nuestras ciudades y nuestro modo de vida.

En la segunda mitad del siglo XX, fue el turno de las tecnologías de la información y las comunicaciones. La invención del transistor y su posterior aplicación a la electrónica, junto con los avances tecnológicos en comunicaciones, han transformado nuestro mundo desde sus raíces. Posteriormente, la conectividad ofrecida por Internet ha cambiado la forma en que accedemos a la información y nos relacionamos, cambiando incluso nuestro concepto de vida privada. Aún nos encontramos en este proceso de transformación, y sus consecuencias sociales aún están por determinar aunque algunas de ellas comienzan a ser aparentes.

En cualquier caso, en esta secuencia de profundas transformaciones sociales debido a avances tecnológicos detectamos un patrón constante: “Cada vez los cambios se producen con mayor frecuencia, más rápidamente y su expansión a todos los aspectos de la sociedad ocurren en un menor espacio de tiempo”.

Si acabamos de hablar de que nos encontramos en la fase de desarrollo de la revolución de las tecnologías de la información y las comunicaciones, ahora mismo nos hallamos inmersos en la fase de revolución de las Ciencias de la Vida. Estos cambios se han producido por los avances científicos en los ámbitos de la biología molecular, la biología celular y sus aplicaciones a los procesos productivos, la biotecnología, y a las ciencias de la salud, la medicina. Estos avances científicos hubieran sido imposibles sin las mejoras de la instrumentación de laboratorio y de diagnóstico producidas por la miniaturización de dispositivos y la contribución de la electrónica, los sistemas de control y el análisis computerizado de los datos.

Todos estos cambios tecnológicos tienen implicaciones y retos en todos los ámbitos de nuestra existencia: desde un cambio en el perfil demográfico, su alimentación, la salud, el impacto medioambiental de nuestra civilización, cómo se configurará la sociedad, cambios de modelo económicos y políticos, etc. Como todo en la naturaleza, serán aquellas sociedades que mejor se adapten a las nuevas condiciones las que prosperen y en las que sus ciudadanos disfruten de unas mejores condiciones de vida.

Aunque no sabemos a dónde nos llevan todos estos cambios, no podemos dudar de que este siglo será un siglo de honda transformación. Y si no, no hay más que preguntar a vuestros abuelos cómo era el mundo cuando ellos eran jóvenes. Los cambios para cuando vosotros seáis abuelos habrán sido aún mayores debido a la aceleración con la que éstos se están produciendo.

En este punto en el que hablamos de la velocidad de los cambios, quisiera llamarles la atención sobre la escala de tiempos de la que estamos hablando. Los primeros homínidos aparecieron en la Tierra hace unos dos millones y medio de años. Se estima que el *Homo Sapiens*, apareció hace 260.000 años, y el *Homo sapiens sapiens*, nuestra especie, hace unos 30.000. Supongamos que en 100 años se producen unas 4 generaciones (hijos, padres, abuelos y bisabuelos). Se dominó el fuego hace 64.000 generaciones. La sociedad humana dejó de ser cazadora y recolectora hace 420 generaciones. La rueda se inventó hace 300 y la escritura hace 220. El imperio romano nació hace 82 generaciones. Hace 30 generaciones estábamos en plena edad media. La imprenta se inventó hace 22 generaciones, la máquina de vapor hace 10; el teléfono, el avión y el automóvil hace 5, igual que el descubrimiento del primer antibiótico; el ordenador y el descubrimiento de la estructura del ADN hace 3; Internet y los métodos de secuenciación genómica hace 2; la telefonía móvil hace 1; la secuenciación del genoma humano hace 0.4; el primer brazo biónico y la reprogramación de células de tejidos normales para convertirlas en células madre, 0.3.

Para todos estos retos la bioingeniería es una disciplina transversal, con impacto directo en multitud de otras áreas como la biotecnología, la farmacia, o la medicina. Éstas a su vez serán las que tengan repercusión en los ámbitos sociales, económicos y políticos.

Pero, ¿qué es la bioingeniería? La bioingeniería se podría definir como la aplicación de los principios de física, química, matemáticas, electrónica, mecánica, robótica, ingeniería de control, teoría de la información, y computación a la resolución de problemas reales provenientes de las Ciencias de la Vida.

El límite de estas aplicaciones está en nuestra propia imaginación y será interesante ver al final de este siglo el progreso realizado como sociedad en todas estas áreas.

Órganos artificiales

El movimiento se demuestra andando.

Todo lo anterior se quedaría en pura palabrería si no pudiera respaldar estas afirmaciones con hechos actuales que ya son una realidad en laboratorios

de investigación y que, incluso, algunos han pasado a ser productos comerciales.

En este vídeo podemos ver a una chica parapléjica andando gracias a la ayuda de un exoesqueleto, un dispositivo mecánico-electrónico capaz de obedecer las órdenes de marcha y parada de su usuaria. Si bien, es un dispositivo que aún está lejos de la naturalidad de la marcha que tenemos los humanos, ya se vislumbra el potencial y el futuro de este tipo de tecnología. Quisiera llamar su atención sobre la complejidad de la ingeniería de control utilizada en el mantenimiento del equilibrio y las dificultades tecnológicas a las que se enfrentan los ingenieros que desarrollan estos dispositivos.

En este otro vídeo vemos otra prótesis. Ésta vez de una mano que se perdió en un accidente. Noten la dificultad de realizar la conexión entre el brazo robótico y el sistema nervioso de la persona de forma que la mano pueda ser controlada a voluntad por el usuario. El paciente debe aprender “qué pensar” para conseguir mover su mano con movimientos precisos. Un ejemplo más de la plasticidad del cerebro humano y de las posibilidades de esta tecnología en el futuro.

La conexión entre el brazo robótico y el sistema neuronal se realiza por medio de una matriz de microelectrodos que se ponen en contacto con el sistema nervioso del paciente (observen el círculo rojo sobre la diapositiva en el que se ve el electrodo y una neurona que se acopla al mismo). La corriente generada por los nervios motores es recogida por la matriz de microelectrodos y traducida en movimiento efectivo por los actuadores robóticos de la mano.

La matriz de microelectrodos no sólo puede proporcionar un flujo de información del cerebro hacia fuera, sino que puede ser utilizado para estimular nervios sensitivos (el flujo es ahora hacia el cerebro). En este video vemos un ejemplo de cómo dos cámaras conectadas a unas gafas pueden enviar su señal de video a dos matrices de microelectrodos, una para la visión del ojo izquierdo y otra para el ojo derecho. Estas matrices estimulan sendos nervios ópticos y envían una señal visual al cerebro.

En la actualidad, el grado de visión adquirido con este tipo de sistemas tiene muy baja calidad para el vidente estándar. Pero podemos imaginar el salto cuántico que supone para una persona que haya perdido la vista.

Las posibilidades de reemplazar órganos no se limitan a soluciones robóticas y electrónicas. Se está explorando a nivel de investigación la viabilidad de generar órganos a partir de las propias células del paciente por lo que se elimina la posibilidad de rechazo al trasplante. Se trata de depositar capas de células del tipo de tejido que se desea obtener junto con un soporte que le da forma y que luego es absorbido por el órgano. Esta tecnología es similar a la que se ha desarrollado para la impresión de formas tridimensionales. Es como si se imprimiera el órgano gota a gota. Aunque la tecnología está aún en fase muy experimental, podemos sospechar el impacto que tendrá en la medicina si finalmente se consolida. El truco está en imprimir el órgano capa a capa, depositando las células adecuadamente y éstas terminan fundiéndose en un tejido homogéneo, como si se estuviera construyendo un edificio planta a planta.

Nanotecnología

La nanotecnología es otro gran avance de la ingeniería moderna.

Las aplicaciones de la nanotecnología a la medicina abren puertas hasta ahora desconocidas en el diagnóstico precoz de enfermedades y el tratamiento de las mismas.

En este video vemos un biosensor que incorpora anticuerpos contra aquellas moléculas marcadoras de la enfermedad que se desea detectar. La alta especificidad de los anticuerpos combinada con la alta sensibilidad del transductor electrónico permite la detección de cantidades muy pequeñas del marcador, por lo que se aumenta enormemente la capacidad de detectar la enfermedad en una etapa muy temprana.

Una estrategia diferente de biosensores combina los anticuerpos con un efecto fotoacústico de nanopartículas. Al igual que en el caso anterior, se unen anticuerpos contra una determinada molécula, en este caso un marcador de cáncer de próstata, a una nanopartícula de oro. Al iluminar la nanopartícula con un láser, ésta se calienta y vibra emitiendo un sonido que es recogido por un ecógrafo. Analizando la imagen recibida se puede detectar el cáncer de próstata en una fase muy temprana.

Esta estrategia puede ser utilizada en un amplísimo espectro de enfermedades con sólo utilizar el anticuerpo adecuado.

Las aplicaciones de la nanotecnología no se limitan al diagnóstico. Hay terapias cuya efectividad tiene una fuerte dependencia con la concentración del fármaco y necesitan que ésta se mantenga dentro de unos límites relativamente estrechos. Vemos ahora una nueva aplicación de la nanotecnología. En este caso es un dispensador automático de dicho fármaco. El dispensador lleva incorporado un sensor de la concentración del mismo en el cuerpo, de forma que cuando la concentración cae por debajo de la concentración en la que es efectivo, se proporciona una nueva dosis de forma automática. El hecho de que en este caso concreto se haya utilizado un implante dental es anecdótico y lo importante es el concepto de dosificador automático con medición previa del nivel de concentración.

Incluso se está investigando en circuitos electrónicos que sean biodegradables, de forma que realicen su función como sensor durante un periodo de tiempo y luego sean reabsorbidos por el cuerpo sin ningún tipo de efecto secundario. Del mismo modo, podemos realizar actuadores en lugar de sensores. En este caso, se diseña el circuito electrónico para que realice algún tipo de terapia de forma local y luego sea absorbido.

Equipos médicos

La medicina y las ciencias de la vida no se podrían concebir en su estado actual si no es por el empleo de sofisticados equipos de medida.

En estos equipos se utilizan las más modernas técnicas de los sistemas de potencia, control electrónico, computación y análisis automatizado de datos, mecánica de fluidos, tratamiento de imagen, y un largo etc. de técnicas de ingeniería. Estos dispositivos dan acceso a una cantidad información y de una calidad inimaginables tan sólo hace unos años.

Quizás uno de los entornos en los que es más visible la presencia de sofisticadas máquinas sea la Unidad de Cuidados Intensivos de un hospital en la que hay dispositivos electrónicos que monitorizan y analizan en tiempo real multitud de señales del paciente con el objetivo de garantizar su estabilidad. Los requisitos de fiabilidad de estos equipos están muy por encima de los estándares habituales de otros entornos menos críticos. Sin embargo, aún se debe avanzar en la interoperabilidad entre diferentes dispositivos.

Los robots quirúrgicos también han supuesto un gran avance en la precisión con la que se pueden realizar ciertas operaciones, minimizando al mismo tiempo la invasividad de la intervención quirúrgica. Otra ventaja de este tipo de equipos es que facilitan la reproducibilidad de la operación, su trazabilidad (registrando en todo momento el desarrollo de la misma) y reducen las posibilidades de fallos. Adicionalmente, se han utilizado este tipo de equipos para la realización de operaciones a distancia, en las que el cirujano se encuentra a miles de kilómetros del paciente, y sin embargo, la operación ha podido ser desarrollada con éxito.

Medicina personalizada

Otro aspecto muy importante que está avanzando muy rápidamente es el relativo a la personalización de los tratamientos.

El cuerpo humano se compone de 10 billones de células. Cada una de ellas contiene una copia de nuestro genoma, la secuencia de nucleótidos que definen los genes que tenemos disponibles. El genoma contiene unos 3 mil millones de pares de bases, es decir, 10 veces más letras que la Enciclopedia Británica.

Aunque el genoma de todos los seres humanos es muy parecido, no es idéntico. Son las diferencias naturales que hacen que cada individuo sea irrepetible. Pero al mismo tiempo estas diferencias también hacen que en un conjunto de pacientes, con un mismo diagnóstico y tratamiento, algunos respondan bien al tratamiento, otros no tengan ninguna mejoría, y otros, incluso, experimenten severos efectos adversos. Es, pues, necesario intentar adaptar los tratamientos a la naturaleza genética de cada individuo.

Si bien el genoma humano tardó 10 años en descifrarse y costó millones de dólares, actualmente las técnicas de secuenciación masiva, conocidas como de siguiente generación, han abaratado enormemente este coste (inferior a mil dólares) y reducido el tiempo de secuenciación a 1 día. Las técnicas de siguiente generación abren la puerta a todo un nuevo campo de personalización de la medicina mediante el análisis de la información genética de cada individuo. La ingeniería resulta esencial tanto para el análisis de estos datos como para el diseño, implementación y mantenimiento de los dispositivos responsables de esta secuenciación.

Los datos del perfil genético pueden ser complementados con información fisiológica recogida por dispositivos portables de monitorización que pueden encontrarse en prendas habituales como puede ser una chaqueta, un reloj, un anillo, un teléfono móvil o un pequeño circuito electrónico adosado al cuerpo del paciente y que nos informen sobre variables del estado fisiológico del individuo en cada momento.

Además, la tendencia actual es unificar todos estos dispositivos portables en una única prenda inteligente en la que los sensores se han integrado en el propio tejido disminuyendo aún más las molestias de llevar estos monitores.

La existencia de varios equipos que supervisan el funcionamiento del cuerpo ha dado lugar al concepto de red de área corporal o computación corporal en el que varios dispositivos pueden comunicarse entre sí para coordinar su actuación, e incluso pueden utilizar el propio cuerpo como medio de transmisión para dicha comunicación.

Toda esta información genética y fisiológica podrá ser agregada en el futuro con datos sobre el entorno del paciente (su localización, tiempo atmosférico, hábitos de consumo, hábitos de vida, situaciones particulares de estrés, análisis de sus comunicaciones y compras, ...) tanto para personalizar los tratamientos terapéuticos como para detectar enfermedades incipientes que aún no le han sido diagnosticadas. Esta integración de datos a nivel de población puede ser utilizada para estudios epidemiológicos, y detectar Factores de riesgo para determinadas enfermedades.

Para llegar a este grado de personalización es indispensable avanzar en la unificación del historial clínico y la identificación única y electrónica de cada individuo. Importantes avances se han realizado ya en esta dirección y aún se espera una mayor integración de datos.

Biología sintética

La biología sintética es una consecuencia directa de un enfoque de ingeniería de sistemas aplicada a la biología.

Una consecuencia muy importante del avance en la biología molecular y el análisis de los datos utilizando la bioinformática es que nos hemos dado cuenta de que los miles de protagonistas moleculares a nivel celular (el ADN, las proteínas y los metabolitos) se encuentran agrupados en una jerarquía

de pocos cientos de módulos funcionales que interaccionan a modo de bloques de construcción. Cada especie utiliza una combinación diferente de estos grandes bloques y la adapta a las necesidades concretas de su hábitat. El número de combinaciones diferentes es casi infinito, como así lo es la variedad de especies que encontramos en la naturaleza.

Sin embargo, el reconocer que las complejas interacciones moleculares responden a un esquema de bloques de construcción permite adoptar una aproximación de ingeniería de sistemas: podemos construir sistemas muy simples a partir de unos pocos bloques funcionales. Es lo que los ingenieros han hecho desde la edad de piedra, tomar elementos de la naturaleza, refinarlos y reempaquetarlos de una manera más reproducible y con otra funcionalidad. Los ingenieros querrían trabajar con las células como con un lenguaje de programación. Y así es, sólo que en vez de programarse con 1s y 0s, se programan con ADN y este software tiene la particularidad de que fabrica su propio hardware. Utilizando bloques funcionales de ADN, inspirados en la naturaleza pero no existentes en ella, se pueden generar especies sintéticas con comportamientos y propiedades diseñados para resolver un problema concreto. Es lo que se llama la biología sintética.

Combinando cada vez más bloques funcionales seremos capaces de crear especies cada vez más complejas. Los bloques existen en librerías de funciones, que pueden ser combinadas en cientos de miles de formas diferentes dependiendo de nuestros requisitos. Por ejemplo, se ha creado una bacteria con bloques funcionales de otras tres especies naturales con la intención de fabricar a un coste muy bajo un fármaco contra la malaria, una enfermedad que afecta a 200 millones de personas al año.

Esta aproximación de crear fábricas biológicas puede tener un importante impacto en la salud, la alimentación o incluso en la producción de energía y es actualmente una disciplina científica en notable expansión.

Telemedicina

La telemedicina será una forma habitual de interactuar con el sistema de salud.

El avance de la ciencia y la medicina, en las que ya hemos visto que la bioingeniería tiene un importante valor como tecnología facilitadora, ya

está transformando nuestra sociedad. Mientras que en 1950, el perfil de la población mundial por edades era una verdadera pirámide, hoy en día la forma de esa pirámide se ha modificado radicalmente al aumentar en gran medida el porcentaje de población con edades avanzadas, y existen previsiones de que dentro de varias décadas la pirámide poblacional pase a ser una cúpula poblacional con un importante peso de la población anciana con respecto a la población joven.

Este cambio demográfico implicará cambios en la forma de relacionarnos con el sistema de salud, de forma que el coste de éste siga siendo sostenible. En este contexto aparece la telemedicina como propuesta de solución. La posibilidad de monitorizar a distancia el funcionamiento fisiológico del cuerpo permite que los pacientes con enfermedades crónicas o en situaciones de riesgo no tengan por qué desplazarse regularmente al sistema de salud, sino que sigan realizando su vida habitual a la vez que su salud es monitorizada para poder corregir terapias, comprobar la efectividad de las mismas y actuar con urgencia en situaciones críticas.

En esta misma dirección, la relación de las personas con el sistema de salud cambiará reduciendo los desplazamientos innecesarios a los hospitales y centros de salud, y resolviendo telemáticamente tantas situaciones como sea posible sin perder la calidad del sistema en su conjunto.

Con este mismo objetivo, es previsible que el entorno habitual de las personas mayores, las que peor salud tienen y más necesidad de asistencia médica, se enriquezca con dispositivos de monitorización que permitan conocer la actividad física de dicha persona, sus hábitos de sueño, de toma de medicinas y posibles peligros que pueda vivir en su casa. De esta forma se garantiza la calidad de vida de la población anciana, conforme ésta va envejeciendo.

Conclusiones

Termino esta intervención como la comencé: estoy convencido de que estamos viviendo un cambio de época, marcado por los cambios constantes y cada vez más rápidos, en todos los ámbitos, pero quizás en las Ciencias de la Vida con mayor intensidad que en ningún otro área. Las consecuencias de estos cambios a nivel social, económico, político, y ético son imprevisibles, pero será un ejercicio interesante el comparar cómo era la vida antes de este siglo, y cómo será cuando éste acabe.

La bioingeniería está jugando un papel fundamental como tecnología facilitadora de toda esta revolución biomédica, y celebro la decisión de la Universidad CEU San Pablo en sumarse a este esfuerzo colectivo mediante la formación de los futuros ingenieros biomédicos de este país.

En este momento es difícil no acordarse de la respuesta de Jesús a la pregunta de los discípulos de Juan el Bautista sobre si él era el Mesías: “Vayan a contar a Juan lo que ustedes oyen y ven: los ciegos ven y los paralíticos caminan; los leprosos son purificados y los sordos oyen; los muertos resucitan y la Buena Noticia es anunciada a los pobres.” Contribuyamos con nuestro trabajo a que estos signos sigan siendo una realidad hoy.

Que pasen un buen día de San José y como buenos ingenieros y arquitectos hagan felices a las personas de su entorno.

Carlos Óscar Sánchez Sorzano, es Ingeniero de Telecomunicación con dos especialidades (Electrónica y Telemática), Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas, Licenciado en Matemáticas (con la especialidad de Estadística) y Doctor Ingeniero en Ingeniería Biomédica. Realizó su tesis en la Unidad de Biocomputación del Centro Nacional de Biotecnología (CSIC) y una estancia post-doctoral en el Grupo de Imágenes Biomédicas del *Swiss Federal Institute of Technology Lausanne*. Desde 2008 es miembro senior de la IEEE, en 2009 fue nombrado Profesor Agregado en la Universidad CEU San Pablo, se le concedió un contrato de investigación Ramón y Cajal, y fue nombrado director técnico del Centro INSTRUCT de Procesamiento de Imágenes de Microscopía. Entre 2011 y 2013 fue presidente de la Asociación Nacional de Investigadores Ramón y Cajal y coordina el servicio de procesamiento de imágenes y análisis de datos del CNB.