

Las Ideas Innovadoras más Recientes

José Mejía Lacayo

Vivimos en un mundo acelerado por la tecnología. Solía pensar que mi padre vivió la invención de la radio, la televisión, las armas nucleares, los aviones supersónicos, los satélites artificiales, la llegada a la Luna, los trasplantes de órganos, y las computadoras, aunque nunca uso una. Ahora pienso, una generación después, que estuve expuesto desde la TV en adelante, aprendí a usar computadoras, y todos los adelantos técnicos que caracterizan nuestro siglo XXI, desde la perspectiva de un país desarrollado.

El año 2017 nos ha traído nuevas tecnologías emergentes, verdaderas innovaciones que un día van a transformar las vidas de mis hijos y nietos. No resisto la tentación de enumerarlas. Afectarán la salud pública (agua producida por energía solar); energía (combustibles de hojas artificiales, y comunidades sostenibles); computación (inteligencia artificial que parece humana y computación cuántica); ingeniería (agricultura de precisión); medicina y biotécnica (Atlas de células humanas, biopsias líquidas y vacunas genómicas); automotriz (automóviles impulsados por hidrógeno para las masas).¹

En medicina y biotécnica tendremos tres innovaciones; en computación dos; en energía otras dos; y una en cada uno de los restantes campos (salud pública, ingeniería y automotriz). Pienso que la ingeniería, la salud pública y la industria automotora ha alcanzado su madurez tecnológica. El automóvil debe ser superado y tendremos que inventar un nuevo método de locomoción personal.

El agua es cada día más escasa. La población mundial crece y el cambio climático nos afecta a todos. Hemos aprendido a desalinizar el agua de mar, y a extraer agua de la humedad del aire usando electricidad u otra fuente de energía. La innovación consiste en extraer agua de aire sin recurrir a otra fuente de energía, en hacer trabajar el proceso de extracción directamente de la energía solar sin paneles solares que produzcan electricidad.

El grupo de Omar M. Yaghi y su personal en Berkeley diseñó unos cristales porosos llamados redes metal-orgánicas que tienen una superficie diez veces

¹ Scientific America, Top 10 emerging Thecnologies. *Scientific American Magazine* vol. 317. Number 6: 29-39, Diciembre 2017

más grande que las zeolitas, un gramo de esas redes cristalinas (conocidas como MOF por sus siglas en inglés), del tamaño de un terrón de azúcar tiene el área de un campo de fútbol. El grupo de Yaghi junto con el ingeniero mecánico Evelyn Wang (de MIT) crearon un prototipo MOF-801, o fumarato de zirconio que produce 2.8 litros de agua al día en el aire seco de los desiertos (aire con 20% de humedad relativa). Comparado con un sistema de extracción de agua basado en paneles solares, cuesta en los EE.UU. \$3,700. Y los MOF van a eliminar las botellas de agua, una vez que su costo sea accesible a todos.

Las hojas artificiales para producir combustibles. Hojas artificiales que imiten la función clorofílica de los árboles naturales para sintetizar, como la fotosíntesis, hidrocarburos a partir del dióxido de carbono (CO₂) presente en la atmósfera y humedad, mediante catalizadores que producen hidrógeno a partir del agua; el hidrógeno reduce el dióxido de carbono a hidrocarburos. Las plantas usan 1% de la energía solar para producir glucosa. Las hojas artificiales tendrán una eficiencia de 10%. Como bono adicional las hojas artificiales eliminarán el dióxido de carbono que producimos quemando combustibles fósiles, y si el uso de las hojas artificiales se extiende universalmente, ayudará a mitigar el cambio climático.

La revolución de la computación es equivalente a la invención de la escritura y de la imprenta, sólo que la aceleración tecnológica es un proceso que no se detiene. La inteligencia artificial² se hace sentir en la vida cotidiana de todos. Hoy una amiga me recomendaba un iWatch para que mi esposa pueda atender el teléfono, que no escucha repicar por su sordera parcial, ni ha aprendido a usar su iPhone para contestar las llamadas perdidas. La función para traducir en [Google translate](https://www.google.com/translate) trabaja cada día mejor. Como editor de RTN yo la uso con mucho éxito porque me ahorra mucho tiempo; siempre tengo que hacer correcciones, pero traducir manualmente toma una hora por página, y la corrección demanda mucho menos tiempo.

La inteligencia artificial ha logrado tecnologías visuales de reconocimiento. Hay vehículos autónomos desde automóviles hasta submarinos. La red neural convolucional (CNN por sus siglas en inglés) es capaz de distinguir no sólo entre perros y gatos, sino separar las diferentes razas animales con todo éxito. La Food and Drug Administration aprobó Arterys software, que es una secuencia especializada de MRI que permite la adquisición de alta velocidad de la anatomía resuelta en el tiempo y, por primera vez, los datos del flujo sanguíneo en el cuerpo humano. Con capacidades avanzadas de procesamiento en la nube (Cloud), estos datos ahora se pueden usar para el diagnóstico cardiovascular clínico de rutina.

² Wikipedia. [Artificial Intelligency](https://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia_artificial). Consultado el 20 de noviembre de 2017.

La agricultura de precisión³ es un término agronómico que define la gestión de parcelas agrícolas sobre la base de la observación, la medida y la actuación frente a la variabilidad inter e intra-cultivo. Requiere un conjunto de tecnologías formado por el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), sensores e imagen tanto satelital como aerotransportada, junto con Sistemas de Información Geográfica (SIG) para estimar, evaluar y entender dichas variaciones. La información recolectada puede ser empleada para evaluar con mayor precisión la densidad óptima de siembra, estimar la cantidad adecuada de fertilizantes o de otros insumos necesarios, y predecir con más exactitud el rendimiento y la producción de los cultivos.

Acerca de atlas de células humanas⁴: En Londres, los días 13 y 14 de octubre de 2016, una comunidad colaborativa de científicos líderes en el mundo se reunió y discutió cómo construir un Human Cell Atlas, una colección de mapas que describirá y definirá las bases celulares de la salud y la enfermedad. Las células son la unidad más fundamental de la vida, sin embargo, sabemos muy poco sobre ellas. Varían enormemente dentro del cuerpo y expresan diferentes conjuntos de genes. Sin mapas de diferentes tipos de células y su ubicación en el cuerpo, no podemos describir todas sus funciones y comprender las redes biológicas que dirigen sus actividades. Un Atlas de células humanas completo nos daría una tarjeta de identificación única para cada tipo de célula, un mapa tridimensional de cómo los tipos de células trabajan juntos para formar tejidos, conocimiento de cómo están conectados todos los sistemas del cuerpo y conocimientos sobre cómo los cambios en el mapa subyacen salud y enfermedad. Nos permitiría identificar qué genes asociados con la enfermedad son activos en nuestro cuerpo y dónde, y analizar los mecanismos reguladores que rigen la producción de diferentes tipos de células.

Este ha sido un desafío clave en biología durante más de 150 años. Nuevas herramientas como la genómica de células individuales lo han puesto al alcance. Es un objetivo ambicioso pero alcanzable, y requiere una comunidad internacional de biólogos, clínicos, tecnólogos, físicos, científicos computacionales, ingenieros de software y matemáticos.

La biopsia líquida⁵, también conocida como biopsia de fluido o biopsia de fase fluida, es el muestreo y análisis de tejido biológico no sólido, principalmente

³ Wikipedia. [Precision farming](#). Consultado el 20 de noviembre de 2017

⁴ Human Cell Atlas Organization. [Human cell atlas](#). Consultado el 20 de noviembre de 2017.

⁵ Wikipedia. [Liquid biopsy](#). Consultado e 20 de noviembre de 2017.

sangre. Al igual que la biopsia tradicional, este tipo de técnica se utiliza principalmente como una herramienta de diagnóstico y monitoreo para enfermedades como el cáncer, con el beneficio adicional de ser en gran medida no invasivo. Por lo tanto, también se puede hacer con más frecuencia, lo que puede rastrear mejor los tumores y las mutaciones a lo largo de un período de tiempo. También se puede usar para validar la eficacia de un medicamento para el tratamiento del cáncer tomando muestras múltiples de biopsia líquida en el lapso de algunas semanas. La tecnología también puede ser beneficiosa para los pacientes después del tratamiento para controlar la recaída.

Aunque una biopsia líquida de células tumorales circulantes ha sido validada y aprobada por la FDA como un método de pronóstico útil para varios tipos de cáncer, su implementación clínica aún no está muy extendida.

Es una alternativa simple y no invasiva a las biopsias quirúrgicas que permite a los médicos descubrir un rango de información sobre un tumor a través de una simple muestra de sangre. Los rastros de ADN del cáncer en la sangre pueden dar pistas sobre qué tratamientos tienen más probabilidades de funcionar para ese paciente.

La naturaleza no invasiva de una biopsia líquida, que requiere solo 5 mililitros de sangre, significa que son mucho más fáciles de tolerar y el procedimiento es más rápido que una biopsia quirúrgica. La muestra de sangre se "centrifuga" para obtener 2 mililitros de plasma que pueden analizarse para detectar ADN tumoral.

Una prueba de biopsia líquida que puede detectar mutaciones del gen receptor del factor de crecimiento epidérmico (EGFR), que ocurre en 10-35 por ciento de los pacientes con cáncer de pulmón no microcítico (NSCLC), ayudará a los médicos a elegir el tratamiento adecuado para el paciente adecuado en el momento adecuado.

Gran parte de la investigación inicial sobre biopsias líquidas se ha realizado en cánceres de pulmón, mama y próstata, pero se espera que esta tecnología tenga un impacto en todos los tipos de cáncer. La biopsia líquida: una opción no invasiva para la detección precisa de NSCLC y una mejor supervisión del paciente.

Un vehículo de hidrógeno⁶ o vehículo impulsado por hidrógeno es un vehículo de combustible alternativo que utiliza hidrógeno diatómico como su fuente primaria de energía para propulsarse. Estos vehículos utilizan generalmente el hidrógeno en uno de estos dos métodos: combustión o conversión de pila de combustible. En la combustión, el hidrógeno se quema en un motor de explosión, de la misma forma que la gasolina. En la conversión de pila de combustible, el hidrógeno se oxida y los electrones que este pierde es la

⁶ Wikipedia. [Hydrogen vehicle](#). Consultado el 20 de noviembre de 2017

corriente eléctrica que circulará a través de pilas de combustible que mueven motores eléctricos - de esta manera, la pila de combustible funciona como una especie de batería.

El vehículo con pila de combustible se considera un vehículo de cero emisiones porque el único subproducto del hidrógeno consumido es el agua, que adicionalmente puede también mover una micro-turbina (véase automóvil de vapor).

Hasta enero de 2010, Honda es la única firma que ha obtenido la homologación para comercializar su vehículo impulsado por este sistema, el FCX Clarity, en Japón y Estados Unidos. El FCX Clarity empezó a comercializarse en Estados Unidos en julio de 2008 y en Japón en noviembre del mismo año. De momento, la compañía no ha anunciado planes de comercializarlo en Europa, aunque sí se sabe que en el centro de I+D de Honda en Alemania ya trabajan con él.

La vacuna de ADN⁷ es una vacuna de desarrollo reciente, consistente en la inyección directa de ADN a través de un plásmido o un vector de expresión. Este ADN codifica una proteína viral antigénica de interés, que inducirá la activación del sistema inmune. De esta forma se puede inducir tanto anticuerpos neutralizantes (respuesta humoral) como inmunidad medida por linfocitos T citotóxicos (respuesta celular).

Funciona al insertar ADN de bacterias o virus dentro de células humanas o animales. Algunas células del sistema inmunitario reconocen la proteína surgida del ADN extraño y atacan tanto a la propia proteína como a las células afectadas. Dado que estas células viven largo tiempo, si el agente patógeno (el que crea la infección), que normalmente produce esas proteínas, es encontrado tras un periodo largo, serán atacadas instantáneamente por el sistema inmunitario. Una ventaja de las vacunas ADN es que son muy fáciles de producir y almacenar. Este tipo de vacuna comenzó a conocerse en la década de 1990 y todavía hoy, en 2011, continúan realizándose numerosos estudios dentro del campo de la experimentación. Aunque no son de uso clínico por el momento, sus expectativas son muy prometedoras. La manera de aplicar estas vacunas podría ser a través de liposomas (en cremas), inyecciones o a través de biobalística.

⁷ Wikipedia. [DNA vaccine](#). Consultado el 20 de noviembre de 2017

El término "comunidades sostenibles"⁸ tiene varias definiciones, pero en esencia se refiere a las comunidades planificadas, construidas o modificadas para promover una vida sostenible. Las comunidades sostenibles tienden a centrarse en la sostenibilidad ambiental y económica, la infraestructura urbana, la equidad social y el gobierno municipal. El término a veces se utiliza como sinónimo de "ciudades verdes", "ecocomunidades", "ciudades habitables" y "ciudades sostenibles".

Han surgido iniciativas comunitarias sostenibles en vecindarios, ciudades, condados, distritos de planificación metropolitana y distritos de cuencas hidrográficas a diferentes escalas relacionadas con las necesidades de la comunidad. Estas iniciativas son impulsadas por diversos grupos de actores que tienen diferentes métodos para planificar eficazmente las formas de crear comunidades sostenibles. Muy a menudo son implementados por gobiernos y organizaciones sin fines de lucro, pero también involucran a miembros de la comunidad, académicos y crean alianzas y coaliciones.

Las organizaciones sin fines de lucro ayudan a cultivar los talentos y habilidades locales, empoderando a las personas a ser más poderosas y más involucradas en sus propias comunidades. Muchos también ofrecen planes y orientación para mejorar la sostenibilidad de diversas prácticas, como el uso de la tierra y el diseño de la comunidad, el transporte, la eficiencia energética, la reducción de desechos y las compras amigables con el clima. Algunos grupos gubernamentales crearán alianzas donde los departamentos trabajarán en conjunto utilizando donaciones para proporcionar recursos a comunidades como aire y agua limpios, planificación comunitaria, desarrollo económico, equidad y justicia ambiental, así como opciones de vivienda y transporte. Los movimientos sociales han cobrado impulso, difundiendo ideas comunitarias sostenibles en todo el mundo, no solo a través del ejemplo, sino también ofreciendo clases y capacitación sobre la vida sostenible, la permacultura y la economía local.

La Computación Cuántica⁹ no trabaja considerando cada solución posible una cada vez, como hacen las máquinas clásicas. La computación cuántica sobrepone todas las soluciones a la vez, e infiere la solución correcta. Se basa en el uso de cúbits en lugar de bits, y da lugar a nuevas puertas lógicas que hacen posibles nuevos algoritmos. Una misma tarea puede tener diferente complejidad en computación clásica y en computación cuántica, lo que ha dado lugar a una gran expectación, ya que algunos problemas intratables pasan a ser tratables. El número de cúbits indica la cantidad de bits que pueden estar en superposición. Con los bits convencionales, si teníamos un registro de tres bits, había ocho valores posibles y el registro sólo podía tomar uno de esos valores. En cambio, si

⁸ Wikipedia. [Sustainable community](#). Consultado el 20 de noviembre de 2017

⁹ Wikipedia. [Quantum Computing](#). Consultado el 20 de noviembre de 2017.

tenemos un vector de tres cúbits, la partícula puede tomar ocho valores distintos a la vez gracias a la superposición cuántica. Así, un vector de tres cúbits permitiría un total de ocho operaciones paralelas. Como cabe esperar, el número de operaciones es exponencial con respecto al número de cúbits. Para hacerse una idea del gran avance, un computador cuántico de 30 cúbits equivaldría a un procesador convencional de 10 teraflops (10 millones de millones de operaciones de punto decimal flotante por segundo), cuando actualmente las computadoras trabajan en el orden de gigaflops (miles de millones de operaciones). ■