



MEGATENDENCIAS 2030

Avances Tecnológicos aplicados a la Salud y la Medicina

UIC
Campus de l'Experiència
barcelona

Trabajo de Investigación – 2º Semestre – 1er Curso

Enri Camacho, Aurelia Martínez, Teresa Montañá, Gloria Valls

ÍNDICE

Introducción	3
Qué son las Megatendencias?	5
Las 8 principales Megatendencias 2030.....	6
1 Cambios Demográficos y Sociales.....	7
2 Urbanización	9
3 Hiperglobalización y Transparencia	11
4 Política Global	13
5 Revolución Económica	15
6 Crisis Climática	17
7 Tecnología Limpia y Sostenibilidad	20
8 Avances Tecnológicos	24
Avances Tecnológicos Aplicados a la Salud y la Medicina	30
Conclusiones	41
Bibliografía.....	42

INTRODUCCIÓN

¿Cuáles son las previsiones que llevan a los gobiernos y las grandes empresas a decidir las inversiones para contribuir a resolver los problemas a los que nos enfrentamos en la sociedad actual? Esta es la pregunta que nos hacíamos para el tema de este trabajo.

Quizá la pregunta surge porque somos Baby Boomers y vivimos en la época de máximo desarrollo tecnológico en la historia de la humanidad. En nuestra niñez aprendimos a usar el teléfono fijo, la máquina de escribir, la radio y la TV en blanco y negro. En la juventud nos adaptamos al fax, al teléfono inalámbrico, a las primeras pantallas de ordenador, la TV en color y al walkman de música, y ya adultos nos hemos seguido adaptando a los ordenadores portátiles, los teléfonos móviles inteligentes, Internet, el wifi, la banca online y el whatsapp. Esta realidad nos ha llevado a plantearnos este trabajo de investigación como nuestra particular preparación para tratar de entender las tendencias que moverán el mundo en esta próxima etapa de nuestras vidas.

Nuestro objetivo: entender, prepararnos y compartirlo con nuestros compañeros.

Descubrimos por el camino el concepto de megatendencias que da título al trabajo. Estudiamos la bibliografía existente para entender cómo influirán en nuestro día a día y los consecuentes avances tecnológicos y de otro tipo que ayudarán a resolver los grandes retos que nuestra sociedad tiene que afrontar. Entre los avances tecnológicos hemos destacado aquellos que tendrán una aplicación más significativa en el campo de la Medicina y el cuidado de la Salud.

¿CÓMO SURGEN LAS MEGATENDENCIAS?

A partir de dos ocurrencias:

Cambio social: Se origina mediante la evolución en el comportamiento de los individuos en sociedad, sus preocupaciones, sus preferencias y la forma en que interactúan con otros individuos.

Cambio tecnológico: A medida que la ciencia evoluciona, la tecnología cambia y se desarrolla, permitiendo realizar nuevos descubrimientos mediante el acceso a ilimitadas fuentes de información, reemplazando tareas manuales por otras automatizadas, facilitar procesos y disminuir tiempos, compartir datos y comunicarnos de forma inmediata de una parte del mundo a otra.

El constante cambio entre estos dos factores da origen a la modificación de los hábitos de consumo y por tanto al nivel de demanda y producción. Estos dos tipos de cambio pueden dar lugar a la

apertura de nuevos mercados, al cambio de modelos de negocios tradicionales y/o la modernización de productos y servicios.

¿QUÉ SON LA MEGATENDENCIAS?

Las Megatendencias son fuerzas de cambio de tipo social, demográfico o tecnológico capaces de transformar el mundo y nuestro modo de vida. Identificando las principales Megatendencias tratamos de visionar el futuro y aproximarnos lo más posible a lo que será nuestra vida futura.

Duran entre 7 y 10 años o más. Abarcan una escala mayor de la población a diferencia de las tendencias que sólo duran de 2 a 5 años.



Según Rudolph Lohmeyer, Senior Partner y Director del Instituto de Transformaciones y Relaciones Internacionales en Kearney, firma líder en Consultoría Estratégica Global, las megatendencias son motores del cambio estructural. Un sistema dinámico de cambio que ha surgido de la interacción de múltiples microtendencias, eventos y condiciones diferentes, una fuerza de cambio que ha acumulado su propio impulso autosuficiente.

Un ejemplo de megatendencia es la polarización laboral impulsada por la tecnología, por la cual los sistemas inteligentes y automatizados están eliminando irremediablemente grandes áreas de lugares de trabajo tradicionales de la clase media.

Las Megatendencias transforman mercados, aceleran la selección natural entre empresas y la mayoría de las veces generan prácticas de arbitraje de un tipo u otro.

Algunas Megatendencias son más poderosas que otras. A continuación, vamos a explicar con más detalle este concepto.

¿Qué son las Megatendencias? – ampliando el concepto



Las Megatendencias son corrientes que dominan el ambiente socioeconómico de las naciones y que marcan el rumbo a seguir en importantes aspectos (tecnología, economía, sistemas de gestión del conocimiento, conductas, entre otros]. Las direcciones y decisiones que se tomen tendrán un impacto en nuestras vidas, en los negocios y en el mundo en general. Expertos analistas nos predicen algunos indicios sobre dónde estaremos en los próximos 10 años. Las Megatendencias, como las define Jonathan Deeringm, estratega de marketing y desarrollo empresarial en 3M, son como “fuerzas perdurables que moldean el futuro del mundo en horizontes temporales de 5 a 10 años o más”^[1].

Todos los expertos y en concreto la organización Global Megatrends^[2] estiman que hay 8 grandes Megatendencias englobadas en 5 pilares principales pero interrelacionados entre sí. Estas son: los cambios demográficos, la sostenibilidad y escasez de recursos naturales, el surgimiento de nuevos poderes económicos globales, los grandes avances tecnológicos, la cada vez mayor crisis ambiental y el cambio climático.

[1] Estrategia y Negocios (E&N)- Las 5 megatendencias que dominarán el mundo <https://www.estrategiaynegocios.net/lasclavesdeldia/las-cinco-megatendencias-que-moldearan-el-mundo-al-2030-LXEN1511659>

[2] <http://www.megatrends2050.com/>

Una iniciativa de investigación llevada a cabo por el Megatrends Watch Institute (MWI)^[3], que tiene como objetivo estudiar y anticipar el mundo del mañana, ha evaluado estas Megatendencias y los desarrollos que probablemente ocurrirán para transformar el mundo en las próximas décadas, analizando cómo nos impactarán en la sociedad y especialmente al medio ambiente.

Asimismo, las grandes corporaciones también analizan cómo está cambiando el mundo y cómo las Megatendencias podrán afectar a las personas y a sus necesidades. Dado el ritmo acelerado del



cambio, tratar de predecir el futuro es bastante difícil, sin embargo, las Megatendencias pueden ayudar a señalar el camino a seguir a fin de hacer un mundo mucho mejor.

En este trabajo de investigación, vamos a observar las 8 principales Megatendencias y cómo los expertos en diferentes áreas, evalúan el cambio del mundo actual y cómo anticipan que será en los próximos 10 años.

También en este trabajo analizaremos más a fondo cómo todos estos cambios, principalmente los avances tecnológicos, impactarán a la medicina actual.

Principales Megatendencias 2030

1 – CAMBIOS DEMOGRÁFICOS Y SOCIALES

2 – URBANIZACIÓN

3 – HIPERGLOBALIZACIÓN Y TRANSPARENCIA

4 – POLÍTICA GLOBAL

5 – REVOLUCIÓN ECONÓMICA

6 – CRISIS CLIMÁTICA

7 – TECNOLOGÍA LIMPIA Y SOSTENIBILIDAD

8 – AVANCES TECNOLÓGICOS

[3] Megatrends Watch Institute: <http://www.megatrendswatch.com/megatrends-research.html>

1 - CAMBIOS DEMOGRÁFICOS Y SOCIALES:



Se espera que la población mundial actual de 7.700 millones alcance los 8.600 millones en 2030 y los 9.800 millones en 2050, y los 11.200 millones en 2100 según las Perspectivas de población de la ONU^[4]. Este alto crecimiento demográfico ya está afectando al medio ambiente. Se estima que para 2050, con los patrones actuales de consumo y producción, necesitaremos tres planetas para sostener nuestras formas de vida y consumo^[4].

El grupo demográfico de más rápido crecimiento será el de los ancianos, con una población de más de 65 años en 1.000 millones para el 2030^[4]. La mayoría de esta población se encontrarán en la clase media, ya que el porcentaje de ciudadanos en extrema pobreza está disminuyendo. Sin embargo, incluso a medida que el ciudadano medio crece, el porcentaje de toda la nueva riqueza que se acumula en la parte superior de la pirámide seguirá siendo un problema importante y desestabilizador. A nivel mundial, la población de 60 años o más está creciendo más rápido que todos los grupos de edad más jóvenes. A medida que disminuye la fecundidad y aumenta la esperanza de vida, la proporción de la población por encima de cierta edad sube también.

^[4] WWF's living planet report 2016, UN Population Prospects [2017 revision]: <https://desapublications.un.org/publications/world-population-prospects-2017-revision>



Este fenómeno, conocido como envejecimiento de la población, se está produciendo en todo el mundo. La población de 60 años o más está creciendo a un ritmo de alrededor del 3% por año^[4]. Actualmente, Europa tiene el mayor porcentaje de población de 60 años o más (25 por ciento), aunque el envejecimiento también ocurrirá en otras partes del mundo, de modo que en los próximos 10 años todas las regiones del mundo excepto África tendrán casi una cuarta parte o más de sus poblaciones a partir de los 60 años^[4]. Algunos de los cambios clave que pueden afectar a medio y largo plazo debido al envejecimiento de la población se encuentran: el aumento del gasto en sanidad, poner foco en el ahorro para la jubilación y la búsqueda efectiva de obtener rentas para los jubilados. Como resultado, podría surgir una mayor necesidad de ayuda financiera y un aumento de las soluciones de asesoramiento robótico.

A medida que la población envejezca, es cada vez más probable que las empresas empiecen a usar la tecnología para cubrir el déficit en la oferta de mano de obra. Los robots son más productivos (no duermen, no enferman, aunque pueden presentar problemas técnicos). Como resultado habrá una mayor necesidad de trabajos cualificados, como el de los científicos de datos.



Las preferencias del consumidor cambiarán la industria alimentaria. Los consumidores se preocupan cada vez más por lo que comen, cómo lo comen y cómo se produce. Lo que creará cambios significativos en la cadena de suministro de alimentos. Por ejemplo, las ventas de alimentos orgánicos en los Estados Unidos aumentaron un 224% entre 2005 y 2016^[5].

Se espera que durante la próxima década esta tendencia siga al alza, con una preferencia por alimentos frescos frente a los procesados, y los productos con beneficios específicos para la salud. Los consumidores quieren alimentarse de forma más cómoda, lo que lleva a pedidos en línea, kits para preparar comidas y más opciones de tentempiés en los supermercados.

Esta Megatendencia respalda otros cambios estructurales, como los cambios en el poder económico y los avances en el desarrollo tecnológico que veremos más adelante.

^[4] WWF's living planet report 2016, UN Population Prospects [2017 revision]: <https://desapublications.un.org/publications/world-population-prospects-2017-revision>

^[5] BlackRock: Mercer/Foro Económico Mundial/ Aegeon, 2017. Consultado en: <https://raconteur.uberflip.com/i/947115-workplace-pensions-special-report-2018/>

2 - URBANIZACIÓN



Dos tercios de nosotros viviremos en ciudades. La urbanización de nuestras poblaciones aumentará, creando más megaciudades y metrópolis pequeñas y medianas. Esto conllevará a un aumento del costo de vida en las ciudades más deseables. Los efectos incluirán la necesidad de más edificios grandes con mejores tecnologías de gestión (big data e inteligencia artificial que hace que los edificios sean mucho más eficientes). Ello impulsará aún más el avance tecnológico y el impacto del cambio climático.

La rápida urbanización ejercerá cambios importantes sobre la infraestructura de la ciudad y los recursos naturales, dando forma a nuestras ciudades, hogares y lugares de trabajo del futuro y creando oportunidades para productos y servicios más inteligentes y sostenibles dirigidos a los consumidores. Ya en la actualidad, en todo el mundo viven más personas en las áreas urbanas que en las rurales y parece que esta tendencia continuará. En 1950, el 30% de la población mundial vivía en áreas urbanas, y se prevé que en la próxima década esta cifra aumente hasta el 66% ^[6].

^[6] World Organization– The United Nations: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>



Para 2030, se proyecta que habrá 43 megaciudades, ciudades con una población de 10 millones o más. La mayoría de éstas estarán en China e India. Se estima que en las próximas décadas el 80% del PIB mundial lo generen las grandes ciudades. La OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) proyecta que el PIB mundial será de \$ 218 billones para 2050. El 80% de eso es \$ 174 billones^[6]. Con más del 80 % del PIB mundial generado en las ciudades, la urbanización puede contribuir al crecimiento sostenible a través de una mayor productividad e innovación si se gestiona bien. Sin embargo, la velocidad y la escala de la urbanización plantean desafíos, como satisfacer la demanda acelerada de viviendas asequibles, infraestructura viable que incluye sistemas de transporte, servicios básicos y puestos de trabajo, en particular para los casi mil millones de pobres urbanos que viven en asentamientos informales para tener oportunidades cercanas. El aumento de los conflictos contribuye a la presión sobre las ciudades, ya que el 50% de las personas desplazadas por la fuerza viven en áreas urbanas. Las ciudades representan dos tercios del consumo mundial de energía y representan más del 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero^[7].



Al mismo tiempo, como las ciudades atraerán a un mayor número de personas, los avances tecnológicos deberán aportar nuevas habilidades. La construcción de ciudades que “funcionen” (verdes, resilientes e inclusivas) requerirá una intensa coordinación de políticas y opciones de inversión, donde los gobiernos nacionales y locales tienen un papel importante que desempeñar para actuar ahora, dar forma al futuro de su desarrollo y crear oportunidades para todos.

^[6] World Organization– The United Nations: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>

^[7] The World Bank:- <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>

3 - HIPER-GLOBALIZACIÓN Y TRANSPARENCIA



El mundo se está volviendo cada vez más “pequeño” debido a una explosión de dispositivos, sistemas y datos conectados. La Seguridad Cibernética será más importante que nunca; algo que solo va a aumentar, creando un mundo mucho más abierto y menos privado. La cantidad de información recopilada de cada persona, producto y organización crecerá exponencialmente, y la presión para compartir esa información, se expandirá. Las herramientas para analizar la información estarán bien desarrolladas y facilitarán la toma de decisiones. Pero todas estas herramientas romperán la privacidad en el proceso.

En la próxima década casi las tres cuartas partes (72,6%) de los usuarios de Internet accederán a la web únicamente a través de sus teléfonos inteligentes, equivalente a casi 3.700 millones de personas^[8]. Alrededor de 2 mil millones de personas actualmente acceden a Internet solo a través de su teléfono inteligente, aproximadamente el 51% de los usuarios móviles del mundo^[8]. El concepto de una identidad digital de confianza y que todo el mundo pueda llevar consigo, desafía muchas de las ideas convencionales. Los innovadores saben que el verdadero objetivo de la identidad digital no es corregir errores del pasado, sino preparar a la empresa para compartir y administrar datos con métodos totalmente nuevos.

^[8] Andrew Bolwell, HP Megatrends <https://hpmegatrends.com/hp-megatrends-2020-refresh-8cb769132ef5>

La ausencia de una identidad digital real para la web ha obligado a buscar otras formas de demostrar quiénes somos (con nuestro número de teléfono o una dirección de correo electrónico]. Los innovadores están empezando a comprender que el camino a seguir es identificar todo y a todos, un concepto que se conoce como “identidad digital fuerte”^[9].

Al mismo tiempo, la Inteligencia Artificial ya está cambiando con quién nos comunicamos. Las previsiones sugieren que para 2030 la cantidad de asistentes de voz digitales alcanzará alrededor de ocho mil millones de unidades, una cifra superior a la población mundial^[8].



Finalmente, la mayor conectividad de 5G abrirá nuevos métodos de comunicación. La tecnología inalámbrica de primera generación nos dio voz, luego 2G agregó texto y 3G habilitó la informática móvil. Con 4G, obtuvimos velocidades más altas y millones de aplicaciones para ayudarnos a trabajar y jugar mientras usamos nuestros teléfonos. 5G abre el camino para descargar velocidades de un gigabit por segundo, o más de 10 veces lo que estamos acostumbrados. En un mundo 5G, la realidad aumentada se volverá omnipresente. Por ello veremos velocidades inalámbricas radicalmente más rápidas y miles de millones de dispositivos conectados. Esto impulsará un crecimiento acelerado en Big Data y grandes avances en Inteligencia Artificial, siendo ésta uno de los grandes avances de innovación en la próxima década^[9].

Tan relevante puede ser la transformación como para que sectores importantes de la ciencia y del pensamiento lo consideren la nueva revolución tecnológica - la Cuarta Revolución Industrial - un salto superior en alcance a todos los que ha vivido la humanidad hasta el momento. La hiperglobalización podrá suponer una alteración de los fundamentos de la forma de vivir, de trabajar, de producir, de consumir, de hacer negocios, y de relacionarse las personas^[8].

Especialmente relevante es el potencial de la Inteligencia Artificial, que permitirá utilizar algoritmos perfeccionados para el tratamiento y el procesamiento de un inmenso volumen de datos, para optimizar las decisiones y favorecer el aprendizaje de los propios sistemas.

^[8] Andrew Bolwell, HP Megatrends <https://hpmegatrends.com/hp-megatrends-2020-refresh-8cb769132ef5>

^[9] PAUL DAUGHERTY, Chief Technology & Innovation Officer, MARC CARREL-BILLIARD Senior Managing Director and Lead – Technology Innovation Labs MICHAEL BILTZ Managing Director, Accenture Technology Vision. Publicado artículo *Cuando los Átomos se cruzan con los bits* - Publicado por Accenture en https://www.accenture.com/es-es/insights/technology/technology-trends-2023?c=acn_glb_sembrandaboutusgoogle_13525516&n=psgs_0423&gclid=EA1alQobChMII6DC-eqZ_gVn4FQBh2rFQF8EAAYASABEgJx_D_BwE&gclsrc=aw.ds

Ya veremos más adelante cómo la Inteligencia Artificial permitirá poner en funcionamiento sistemas capaces de evaluar, seleccionar la información y tomar decisiones para el futuro adaptándose al riesgo y también sus ventajas especialmente cuando se aplica en medicina. Estos avances irían de la mano de otros como el Internet de las cosas, los vehículos autónomos, la impresión en tres dimensiones, la nanotecnología, la biotecnología, la ciencia de materiales, el almacenamiento de energía y la computación cuántica, entre otros.

4 – POLÍTICA GLOBAL



Predecir la política es imposible y es difícil imaginar cómo se desarrollará la acción política sobre el cambio climático y otras Megatendencias. Desde hace unos años, algunas de las principales economías mundiales han empezado a enfocar sus políticas^[10] hacia temas relacionados con la sostenibilidad y la disminución de la huella ecológica. Estas políticas pasan por destinar recursos de I+D para tecnologías e industrias más verdes, que convivan con un nuevo modelo económico ecológico que evite las graves consecuencias del cambio climático.

^[10] Kemal Dervish y Caroline Conroy - El País – Política Global para una economía globalizada:
https://elpais.com/economia/2018/08/15/actualidad/1534350525_181401.html



El Acuerdo de París^[11] ha sido un buen comienzo, y con la incorporación de Estados Unidos después de la era Trump, no sólo tendrá consecuencias internas en el país, ya que también se trata de una buena noticia para la comunidad internacional, ya que el estadounidense es el segundo mercado con un mayor volumen de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), al representar un 13% del global, y el principal emisor per cápita, por encima de China y otros países europeos^[12]. El objetivo del crecimiento sostenible es una constante en la agenda de las principales potencias, por lo que para los próximos años la previsión es que la investigación en sostenibilidad y su aplicación en todos los ámbitos de la vida aumente cada vez más. Los gobiernos e instituciones globales deberán trabajar en sincronía para combatir agresivamente el cambio climático y las presiones de recursos, y abordar la gran desigualdad y la pobreza.



Debemos ser conscientes del impacto de la inestabilidad política. Las guerras (como la de Ucrania), los cambios de gobierno en las principales economías del mundo, la crisis económica y de recursos que ha creado la pandemia de COVID19, el incremento de la demanda pero con limitaciones, son todas variables que han ido creando un contexto de incertidumbre y volatilidad política y económica, con impacto directo en las sociedades y las empresas. Todo ello constata que posiblemente serán los gobiernos nacionales y locales quienes deberán tratar esta situación que afecta considerablemente a la gestión de los recursos públicos, siendo uno de ellos el mercado de la energía que se encuentra en un momento de volatilidad con precios al alza, provocando inflación y sobrecostes en todas las actividades.

El reto por delante ha sido presentado por el economista de Harvard Dani Rodrik como un **trilema**: “cuando se trata de la democracia, la soberanía nacional y la globalización, podemos tener dos, pero nunca las tres”. Rodrik está a favor de menos globalización y más democracia^[10]. Para dar más legitimidad a una nueva política global, ésta debería estar arraigada a nivel local. Sean cuales fueren los acuerdos institucionales que se elijan, la democracia es un desafío político central del siglo XXI.

^[10] Kemal Dervish y Caroline Conroy - El País – Política Global para una economía globalizada: https://elpais.com/economia/2018/08/15/actualidad/1534350525_181401.html

^[11] United Nations, The Paris Agreement 2015: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

^[12] El regreso de USA al acuerdo de Paris: <https://www.expansion.com/especiales/35-aniversario/energia-y-sostenibilidad/2021/03/24/6059d132e5fdea230b8b4631.html>

5 - REVOLUCIÓN ECONÓMICA:



Según KPMG Insights ^[13] - “la economía global interconectada verá un aumento continuo en los niveles de comercio internacional y flujos de capital, pero a menos que se puedan fortalecer las convenciones internacionales, es posible que no se logren avances y beneficios económicos óptimos”.

Según *William Cline*, la tendencia hacia una mayor interconexión económica brinda un potencial significativo a los gobiernos y un gran impulso hacia el libre comercio mundial que podría sacar a 650 millones de personas de la pobreza en un período de 10 a 20 años^[14]. Sin embargo, también existen nuevos desafíos a medida que las economías están cada vez más conectadas. Dado que se espera que continúe la tendencia hacia una mayor interconexión económica, los gobiernos de todo el mundo deberán asegurarse de contar con las políticas adecuadas para aprovechar los beneficios del comercio y gestionar los riesgos.

^[13] KPMG Insights - <https://kpmg.com/xx/en/home/insights/2013/10/economic-interconnectedness.html>

^[14] William Cline. September 2003. “CGD Brief. Trading up: Trade Policy and Global Poverty [PDF 83 KB]”. Center for Global Development, Peterson Institute for International Economics. https://www.cgdev.org/sites/default/files/2856_file_cgdbrief007.pdf



El crecimiento económico dentro de la Unión Europea entre el 2007 y el 2012, según datos de Perspectivas de la Economía Mundial 2012 facilitado por el FMI, fue bajo en comparación con el de las otras grandes economías, como los Estados Unidos^[15]. Con las políticas actuales, según KPMG Insights, el informe del CEPS para el ESPAS 2014, el crecimiento económico hasta 2030 debería ser positivo, aunque bastante modesto. Se estima que sea entre un 1.2% y un

1.5% anual, todavía muy por debajo del nivel de la década 1997 a 2007, cuando alcanzó un 2.6%^[13].

Son dos los factores relacionados con estos resultados por debajo de la media: la inversión excesivamente baja y un aumento de la productividad insuficiente. El bajo nivel de crecimiento complicará la consolidación de los presupuestos públicos y la reducción de la deuda será lenta.

Se estima que hasta 2030, la nueva economía también podría dar lugar a un crecimiento más sostenible, ecológico y bajo en emisiones de carbono si aprovecha todas las ventajas de los avances científicos y tecnológicos. Con más personas empoderadas por las tecnologías y un contexto más favorable a la inversión, los avances científicos podrían generar más rápidamente nuevos productos y servicios, así como nuevos procesos y prácticas en las empresas y la atención social.



El informe de KPMG International^[13] también demuestra que las economías emergentes están sacando a millones de personas de la pobreza y, al mismo tiempo, ejercen una mayor influencia en la economía mundial. Impulsado por la liberalización del comercio, las reformas económicas, la tecnología de capital de movimiento más libre del mundo desarrollado al mundo en desarrollo, los mercados emergentes (que incluyen China, India, Brasil, Rusia, Sudáfrica, México, Indonesia, entre otros) se están convirtiendo en actores financieros cada vez más importantes. La cantidad de población y en desarrollo de algunas de las ciudades más importantes de China la sitúan como la principal potencia mundial para 2030^[16]. De este modo, la situación actual del comercio internacional y las políticas económicas de los próximos años podrían variar para centrarse en la zona oriental.

^[13] KPMG Insights - <https://kpmg.com/xx/en/home/insights/2013/10/economic-interconnectedness.html>

^[15] FMI – Perspectivas Economía Mundial, Octubre 2012 - <https://www.imf.org/es/Home>

^[16] El acuerdo UE – China sobre inversiones – Aida Blazquez - <https://novicap.com/blog/el-acuerdo-ue-china-sobre-inversiones/>

6 – CRISIS CLIMÁTICA



El clima continuará cambiando rápidamente y presentará un clima extremo regular en todas partes. No cabe ninguna duda sobre si el clima está cambiando de manera dramática y peligrosa. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático ha dejado en claro cuán crítico es alterar radicalmente la trayectoria de las emisiones de carbono para mantener el mundo en 1,5 grados Celsius de calentamiento. Pero eso no es probable que suceda con los niveles actuales de compromiso en los gobiernos globales: el importante acuerdo climático de París de 2015^[11], en teoría, está de acuerdo con mantener el calentamiento a 2 grados Celsius^[11], pero en la práctica, lo que los países se han comprometido hasta ahora solo nos mantendrá a no más de 3 grados de calentamiento. Para 2030, es muy probable que ya estemos o nos acerquemos a la marca de 1,5 grados Celsius^[11].

Se estima que para 2030, los resultados del cambio climático sean implacables. Muchas áreas costeras densamente pobladas estarán en problemas constantes a medida que aumente el nivel del mar. El mundo natural será mucho menos rico, con disminuciones drásticas a catastróficas en las poblaciones de muchas especies y pérdidas importantes o totales de ecosistemas como el coral. Las sequías y las inundaciones estresarán las regiones del granero global y cambiarán donde cultivamos los principales cultivos. El Ártico estará libre de hielo, el calor y disminución del agua originarán migraciones masivas de varias especies.

^[11] United Nations, The Paris Agreement 2015: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

Para 2030, tendremos mucha más claridad sobre qué tan malas serán las próximas décadas si no se ha actuado con celeridad para prevenir los efectos del derretimiento en las principales capas de hielo que podrán inundar la mayoría de las ciudades costeras y si realmente nos estamos acercando a una “tierra inhabitable”.



Las tendencias probables, en los próximos treinta años, son el aumento de la gravedad y del alcance de las catástrofes naturales repentinas, en particular las catástrofes de origen meteorológico (tempestades, huracanes, ciclones e inundaciones]. Las poblaciones urbanas se verán cada vez más afectadas, en parte sencillamente porque los habitantes de las ciudades serán más numerosos y también porque más personas vivirán en tierras cuyo rendimiento será cada vez menor. El cambio climático estimulará el éxodo rural. Dado el aumento de los episodios de sequía y la imprevisibilidad de las precipitaciones, las presiones que pesan sobre las comunidades rurales se redoblarán, lo que empujará a sus miembros a desplazarse hacia las aglomeraciones y luego hacia las grandes ciudades^[17].

Se prevé, asimismo, que el cambio climático reduzca la producción agrícola potencial hasta un 30% en África y hasta un 21% en Asia^[17], lo que aumentará la presión sobre los precios de los productos alimentarios. La elevación del nivel de los mares afectará particularmente los inmensos deltas de Asia, pero el impacto de este fenómeno se hará sentir de muchas maneras, desde la salinización del agua en las islas del Pacífico hasta nuevas vías marítimas que se abrirán en el Ártico.

En la actualidad, cerca de 634 millones de personas, es decir un diez por ciento de la población mundial, viven en zonas costeras de riesgo, apenas a unos metros sobre el nivel actual del mar. El alza de las temperaturas también tendrá como efecto un aumento de enfermedades transmitidas por el agua. Las catástrofes naturales afectarán tanto a los países ricos como a los países en desarrollo. Las pérdidas de vidas humanas serán mayores en los países en desarrollo, mientras que el costo económico de las catástrofes será mucho más elevado en los países desarrollados^[17].

^[17] International Review of the Red Cross - Ferris, E. G. [2011]. The Politics of Protection: The Limits of Humanitarian Action. Brookings Institution Press. <http://www.jstor.org/stable/10.7864/j.ctt1261f7>



Las catástrofes siempre tuvieron consecuencias en el crecimiento económico y el desarrollo, pero en un mundo en el que más habitantes y riquezas se concentrarán en las grandes ciudades y en el que la cantidad e intensidad de las catástrofes irán en aumento, estos efectos serán más radicales. Los casos en los que la respuesta a las catástrofes naturales esté influenciada por el conflicto van a multiplicarse, así como también los casos en los que las catástrofes naturales estén asociadas a catástrofes industriales, tecnológicas o nucleares.



Finalmente, cabe considerar la posibilidad de que la humanidad actúe para evitar las peores consecuencias del cambio climático a largo plazo mediante la adopción de medidas mejoradas de reducción de sus efectos y de adaptación. De lo contrario, las escalofriantes previsiones sobre la evolución del clima presentadas en 1990 por el Grupo

Intergubernamental de Expertos (GIEC) podrían hacerse realidad, es decir con un aumento de las temperaturas de 4 °C de aquí a fin de siglo, en lugar de los 1,5 °C^[11].

^[11] United Nations, The Paris Agreement 2015: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

7 - TECNOLOGÍA LIMPIA Y SOSTENIBILIDAD



Ya hemos visto que el cambio climático es una de las Megatendencias que más preocupan en la actualidad. Con la gran concentración de población en las ciudades y el creciente impacto en el medio ambiente, se despiertan cada vez más la conciencia e interés en las empresas y gobiernos a fin de establecer medidas sostenibles que ayuden a mejorar la calidad de vida de sus habitantes y un mejor cuidado del planeta.

La transformación de nuestra red, nuestras carreteras y nuestras ciudades a tecnología de cero emisiones de carbono será una tendencia para la próxima década.

Ya existen algunas buenas noticias en este aspecto. Debido a las continuas caídas en el costo de las tecnologías limpias, y las ayudas de los gobiernos, la energía renovable está aumentando drásticamente, representando más de la mitad de la nueva capacidad de energía global cada año desde 2015^[8]. Se estima que para el 2030 casi todas las ventas de vehículos nuevos ya sean eléctricos y los vehículos de combustión interna desaparecerán^[8]. Esto se verá impulsado por reducciones drásticas en el costo de las baterías y una legislación estricta que prohibirá los motores de combustibles fósiles. También veremos una explosión de tecnologías basadas en datos que harán que los edificios y los sistemas de agua sean mucho más eficientes.

^[8] Andrew Bolwell, HP Megatrends <https://hpmegatrends.com/hp-megatrends-2020-refresh-8cb769132ef5>



Las ciudades serán más sostenibles y la construcción tendrá en mente la preservación del medio ambiente y el uso consciente de sus recursos naturales, sin desperdicios de agua y energía. Se crearán espacios multiusos y los gobiernos incentivarán el transporte alternativo para disminuir la contaminación ambiental y mejorar nuestro ecosistema.

La emisión de gases CO₂ o el metano en grandes escalas será una prioridad. Se incentivará la cultura de reciclaje y promover programas de recogida de residuos. Habrá que concienciar a la población de hacer un uso adecuado del agua evitando su desperdicio, y los gobiernos invertirán en sistemas de reaprovechamiento.

Hoy en día ya existe conciencia de cómo los impactos por la rápida urbanización, los cambios demográficos, la hiperglobalización y la innovación acelerada nos afectan. Como resultado, ya estamos viendo un aumento de nuevas empresas (startups) y tecnologías que buscan brindar soluciones más sostenibles, ya que tanto los consumidores como las empresas prestan más atención a cómo sus acciones afectan al planeta^[8].

Sin embargo, si no hubiera actuación frente a la crisis climática, el agua sería el recurso más escaso y frente al que hay que actuar con más celeridad. Por ejemplo, se espera que para 2050, el 36 % de las ciudades del mundo enfrenten una crisis de agua. Ya hoy, unos 400 millones de personas viven en ciudades con escasez de agua perenne, y se prevé que el número aumente a 1 billón de personas para 2050 debido al aumento de la población urbana y el impacto del cambio climático^[17].

En un esfuerzo por adelantarse a estos desafíos, muchas empresas han empezado a enfocarse en soluciones más sostenibles. A continuación se detallan algunos ejemplos:

^[8] Andrew Bolwell, HP Megatrends <https://hpmegatrends.com/hp-megatrends-2020-refresh-8cb769132ef5>

^[17] International Review of the Red Cross - Ferris, E. G. [2011]. The Politics of Protection: The Limits of Humanitarian Action. Brookings Institution Press. <http://www.jstor.org/stable/10.7864/j.ctt1261f7>



La empresa *Impossible Foods* en Redwood City, California, produce una ‘Impossible Burger’, una hamburguesa a base de plantas que sabe igual a una de carne, con un 87 % menos de gases de efecto invernadero que una hamburguesa de ternera y utiliza un 75 % menos de agua^[18].



Rubicon Global, una empresa de reciclaje y gestión de desechos con sede en Atlanta. Se asoció con State Farm Arena durante el Super Bowl para reciclar casi 12 toneladas de residuos que normalmente habrían ido a parar a un

vertedero. La empresa implementó una solución de flujo de reciclaje para desviar metales mixtos, madera, papel y desechos viejos, cartón corrugado a las instalaciones de reciclaje apropiadas^[19].



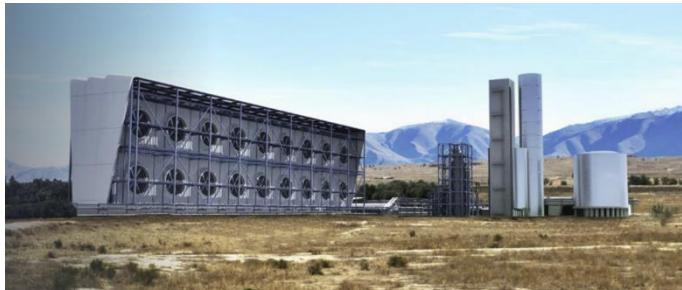
Otro buen ejemplo de sostenibilidad es el creado por la start up *Loop* donde asocia minoristas y fabricantes para crear nuevos envases para productos, refrescos, detergente para ropa, envases de vidrio o metales duraderos y reutilizables. Los consumidores devuelven los envases a una tienda o bien organizan la recogida en casa después de cierto número de usos, en función del producto. Las marcas no pueden formar parte de esta iniciativa a menos que sus envases puedan reutilizarse al menos 10 veces.

Entre las 41 marcas enumeradas en el website de Loop incluyen marcas como Tropicana, CocaCola, Pantene, Colgate, Gillette, Nivea, Walmart^[20].

^[18] The Impossible Burger looks and tastes like meat, so what's in this incredible culinary creation? By Tehrene Firman . Published on July 23, 2018 <https://www.eatthis.com/facts-about-the-impossible-burger/>

^[19] Rubicon Global, State Farm Arena recycle 12 tons of waste during Super Bowl week. By Eric Mandel – Managing Editor, Atlanta Business Chronicle <https://www.bizjournals.com/atlanta/news/2019/02/14/rubicon-global-state-farm-arena-recycle-12-tons-of.html>

^[20] Loop: Reusable Packaging Startup Loop Makes Headway On Store Shelves. Article by Anne Field, publicado en <https://www.forbes.com/sites/annefield/2019/08/31/reusable-packaging-startup-loop-makes-headway-on-store-shelves/?sh=32ae5104209a>



Carbon Engineering, una startup canadiense, que construye máquinas que pueden capturar parte del dióxido de carbono arrojado a la atmósfera. A principios de 2019, en sociedad con Occidental Petroleum, la compañía trazó

planes para expandir su tecnología y construir una planta que pueda capturar 500,000 toneladas métricas de dióxido de carbono del aire cada año. En septiembre, Carbon Engineering anunció que duplicará la planta, a un tamaño que podría capturar 1 millón de toneladas métricas de CO² al año^[21].



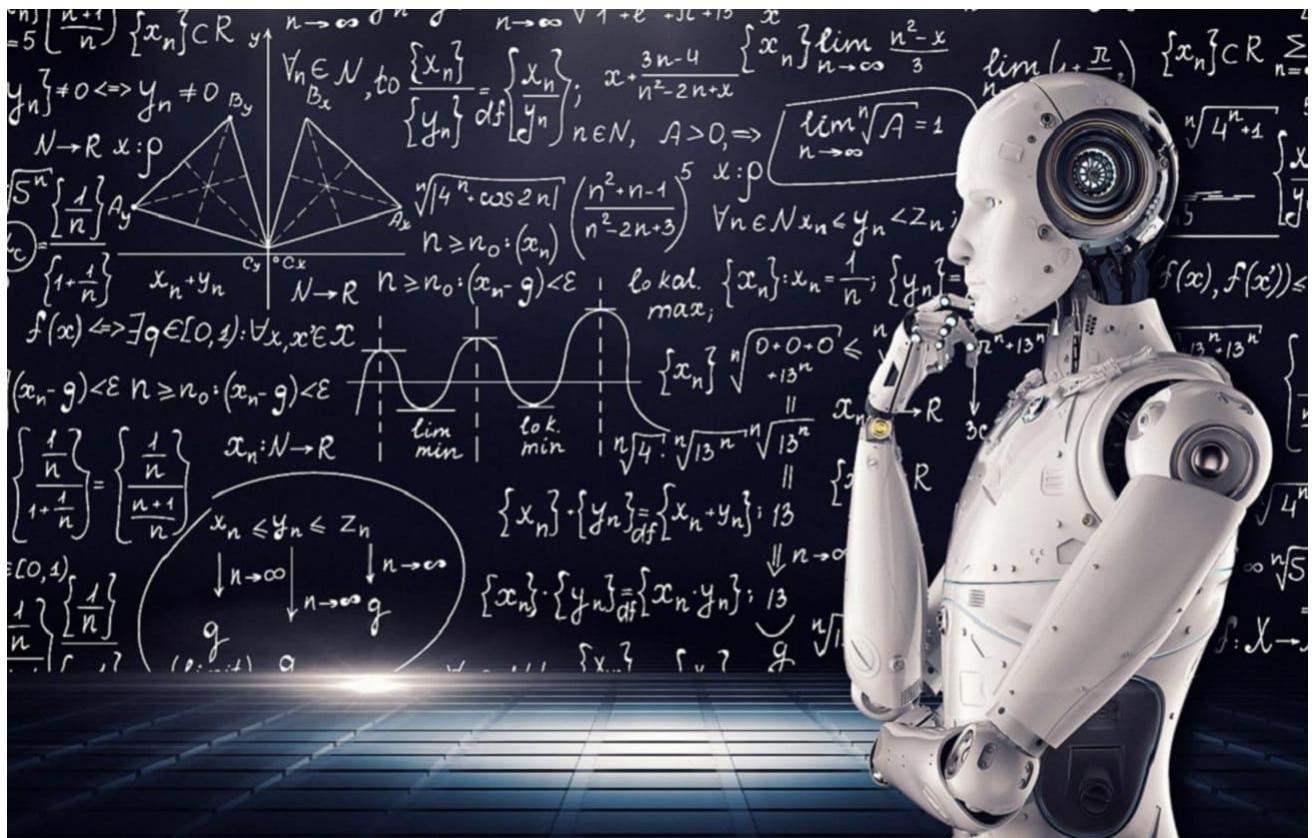
Alora cultiva en el océano mediante la creación de granjas flotantes que usan solo agua salada del océano. Con este enfoque, podrían ahorrar potencialmente el 70% del agua dulce global, que es la porción que actualmente se destina a la agricultura^[22]. Después de dos años, desarrollaron semillas de arroz tolerantes a la sal que podrían prosperar en océanos o en arrozales inundados con agua de mar. Las semillas tampoco

producen metano, que es una de las principales preocupaciones climáticas para el cultivo de arroz. Además del arroz, *Alora* ha desarrollado semillas de col rizada tolerantes a la sal y actualmente está trabajando en maíz y soja.

^[21] Carbon Engineering: <https://qz.com/1713529/carbon-engineering-and-occidental-will-capture-1-million-tonnes-of-carbon-dioxide/> - Carbon Engineering is doubling its CO2-capturing machine even before it's built

^[22] Alora: www.alora.world

8- AVANCES TECNOLÓGICOS



Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) han transformado la sociedad en los últimos 30 años. Las TIC no solo marcaron el comienzo de la era de la información, sino que las tecnologías basadas en las TIC también han sido fundamentales para permitir el crecimiento de la investigación y el desarrollo en muchos otros campos, como las ciencias aplicadas, la ingeniería y el transporte sanitario. En consecuencia, una nueva ola de avances tecnológicos ahora está creando oportunidades novedosas.

Según el informe de ESPAS, se espera que se desarrollem a gran escala nuevas tecnologías como la Internet de los objetos (IOT por sus siglas en inglés de Internet of Things): macrodatos y extracción de datos, computación en nube y supercalculadoras, interfaces cerebro-máquina y sensores, entre ellos^[23]. También se proyecta que en 2030, la Inteligencia Artificial (IA) alcanzará niveles humanos de inteligencia^[23]. La IA y el aprendizaje automático planificarán gran parte de nuestras vidas y nos harán más eficientes. La IA creará nuevos tipos de trabajos, pero también eliminará casi segmentos enteros de trabajo, desde conductores de camiones y taxis hasta algunos trabajos de alta calificación, como asistentes legales e ingenieros.

^[23] ESPAS Report: Global Trends to 2030 - <https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/node/1362>

Un panel de expertos norteamericanos como parte de un estudio denominado 'The One Hundred Year on Artificial Intelligence' liderado por la Universidad de Standford ^[24] analiza el impacto de la IA y cree que sus efectos serán profundos. Este estudio es una creación de Eric Horvitz, miembro técnico y director general de Microsoft Research. Cada cinco años, este panel de expertos evaluará el estado de la IA y sus direcciones futuras. El primer panel está compuesto por expertos en IA, leyes, ciencias políticas, política y economía, se lanzó el otoño pasado y decidió enmarcar su informe en torno al impacto que la IA tendrá en la ciudad estadounidense promedio.

Así es como creen que la tecnología afectará ocho dominios clave de la vida en las ciudades en los próximos quince años:



TRANSPORTE

Los vehículos autónomos serán ampliamente adoptados, y no serán solo automóviles: los camiones de reparto sin conductor, los drones de reparto autónomos y los robots personales también serán comunes. Es probable que los

“automóviles como servicio” al estilo de Uber reemplacen a la propiedad del automóvil, lo que puede desplazar al transporte público o verlo en transición hacia enfoques similares a pedido. Los viajes diarios se convertirán en un momento para relajarse o trabajar de manera productiva, lo que alentará a las personas a vivir más lejos de casa, lo que podría combinarse con una menor necesidad de estacionamiento para cambiar drásticamente la cara de las ciudades modernas.

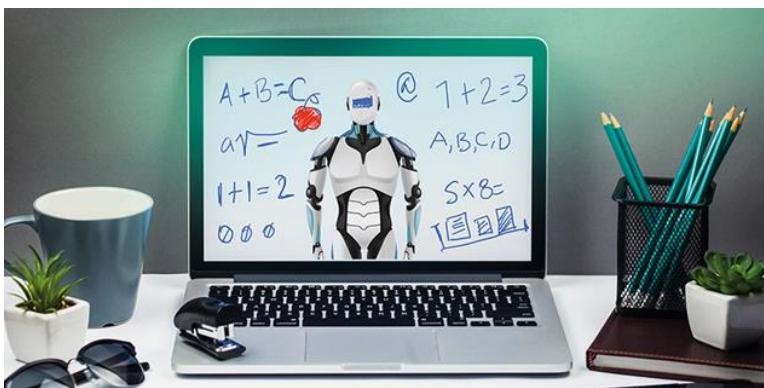
Los miles de datos de un número cada vez mayor de sensores permitirán modelar los movimientos, las preferencias y los objetivos de las personas, lo que podría tener un gran impacto en el diseño de la infraestructura de la ciudad. Los algoritmos que permitan que las máquinas aprendan de los aportes humanos y se coordinen con ellos serán cruciales para garantizar que el transporte autónomo funcione sin problemas.

^[24]Gathering Strength, Gathering Storms: The One Hundred Year Study on Artificial Intelligence [AI100] 2021 Study Panel Report https://ai100.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj18871/files/media/file/AI100Report_MT_10.pdf



ROBOTS DOMÉSTICOS Y DE SERVICIO

Los robots que hacen cosas como entregar paquetes y limpiar oficinas serán mucho más comunes en los próximos 15 años. Los robots conectados a la nube podrán compartir datos para acelerar el aprendizaje. Los sensores 3D de bajo costo como Kinect de Microsoft acelerarán el desarrollo de la tecnología de percepción, mientras que los avances en la comprensión del habla mejorarán las interacciones de los robots con los humanos. Es probable que los brazos robóticos en los laboratorios de investigación de hoy se conviertan en dispositivos de consumo alrededor de 2025. Pero el costo y la complejidad del hardware confiable y la dificultad de implementar algoritmos de percepción en el mundo real significan que los robots de uso general aún están lejos. Es probable que los robots permanezcan limitados a aplicaciones comerciales limitadas en el futuro previsible.



EDUCACIÓN

La línea entre el aula y el aprendizaje individual se desdibujará para 2030. Los cursos masivos abiertos en línea (MOOC) interactuarán con tutores inteligentes y otras tecnologías de IA para permitir una educación personalizada a escala. El aprendizaje basado en computadoras no reemplazará el aula presencial de clases, pero las herramientas en línea ayudarán a los estudiantes a aprender a su propio ritmo utilizando técnicas que funcionen para ellos.

Los sistemas educativos habilitados para IA aprenderán las preferencias de las personas, pero al agregar estos datos también acelerarán la investigación educativa y el desarrollo de nuevas herramientas. La enseñanza en línea ampliará cada vez más el acceso a la educación, haciendo que el aprendizaje dure toda la vida, permitiendo que las personas se vuelvan a capacitar y aumentando el acceso a una educación de alta calidad en los países en desarrollo.

La realidad virtual sofisticada permitirá a los estudiantes sumergirse en mundos históricos y ficticios o explorar entornos y objetos científicos con los que es difícil interactuar en el mundo real. Los

dispositivos de lectura digital también serán mucho más inteligentes, con enlaces a información complementaria y traducción entre idiomas.



COMUNIDADES DE BAJOS RECURSOS

Para 2030 se estima que la IA ayudará a mejorar la vida de los miembros más pobres de la sociedad. El análisis predictivo permitirá que las agencias gubernamentales asignen mejor los recursos limitados al ayudarlos a pronosticar los peligros ambientales. También una buena planificación de

IA podría ayudar a distribuir el exceso de comida de los restaurantes a los bancos de alimentos y refugios antes de que se eche a perder.



SEGURIDAD PÚBLICA Y PROTECCIÓN

Para 2030, es probable que las ciudades dependan en gran medida de las tecnologías de IA para detectar y predecir delitos. El procesamiento automático de imágenes de CCTV y drones permitirá detectar rápidamente comportamientos anómalos. Esto no solo permitirá que las fuerzas del orden público

reaccionen rápidamente, sino que también pronostiquen cuándo y dónde se cometerán los delitos.

Técnicas como el análisis del habla y la marcha podrían ayudar a los interrogadores y guardias de seguridad a detectar comportamientos sospechosos. Contrariamente a las preocupaciones sobre la aplicación de la ley demasiado generalizada, es probable que la IA haga que la vigilancia sea más específica y, por lo tanto, menos autoritaria.



EMPLEO Y LUGAR DE TRABAJO

Los efectos de la IA se sentirán más profundamente en el lugar de trabajo. Para 2030, la IA estará invadiendo a profesionales calificados como abogados, asesores financieros y radiólogos. A medida que sea capaz de asumir más roles, las organizaciones podrán escalar rápidamente con una fuerza laboral

relativamente pequeña. Es más probable que la IA reemplace tareas en lugar de trabajos en el corto plazo, y también creará nuevos trabajos y mercados, incluso si es difícil imaginar cuáles serán en este momento. Si bien puede reducir los ingresos y las perspectivas laborales, el aumento de la automatización también reducirá el costo de los bienes y servicios, lo que hará que todos sean más ricos.



ENTRETENIMIENTO

El entretenimiento en 2030 será interactivo, personalizado e inmensamente más atractivo que hoy. Los avances en sensores y hardware harán que la realidad virtual, los hápticos (*percepción sensorial al tacto*) y los robots complementarios entren cada vez más en el hogar. Los usuarios podrán

interactuar con los sistemas de entretenimiento de forma conversacional y mostrarán emoción, empatía y la capacidad de adaptarse a las señales ambientales, como la hora del día.

Las redes sociales ya permiten canales de entretenimiento personalizados, pero la gran cantidad de datos que se recopilan sobre patrones de uso y preferencias permitirán a los proveedores de medios personalizar el entretenimiento a niveles sin precedentes.

Pero los avances en IA también harán que la creación de su propio entretenimiento sea mucho más fácil y atractiva, ya sea ayudando a componer música o coreografiando bailes usando un avatar (*Identidad virtual que escoge el usuario de una computadora o de un videojuego para que lo*

represente en una aplicación o sitio web]. Democratizar la producción de entretenimiento de alta calidad hace que sea casi imposible predecir cuán fluidos serán los gustos humanos por el entretenimiento.



SALUD Y MEDICINA

Como veremos más adelante, el impacto de la IA en la atención médica en los próximos 15 años dependerá más de la regulación que de la tecnología. Las posibilidades más transformadoras de la IA en el cuidado de la salud requieren el acceso a los datos, pero la FDA no ha logrado encontrar soluciones al

difícil problema de equilibrar la privacidad y el acceso a los datos. La implementación de registros de salud electrónicos también ha sido deficiente. Si se pueden superar estos obstáculos, la IA podría automatizar el trabajo de diagnóstico mediante la extracción de registros de pacientes y la literatura científica. Este tipo de asistente digital podría permitir a los médicos centrarse en las dimensiones humanas de la atención mientras usan su intuición y experiencia para guiar el proceso.

A nivel de la población, los datos de los registros de pacientes, los dispositivos portátiles, las aplicaciones móviles y la secuenciación del genoma personal harán que la medicina personalizada sea una realidad. Si bien la radiología totalmente automatizada es poco probable, el acceso a grandes conjuntos de datos de imágenes médicas permitirá la capacitación de algoritmos de aprendizaje automático que pueden "clasificar" o verificar escaneos, lo que reduce la carga de trabajo de los médicos.

Los andadores, las sillas de ruedas y los exoesqueletos inteligentes ayudarán a mantener activos a los ancianos, mientras que la tecnología del hogar inteligente podrá apoyarlos y monitorearlos para mantenerlos independientes. Los robots pueden comenzar a ingresar a los hospitales realizando tareas simples como entregar productos en la habitación correcta o hacer suturas una vez que la aguja esté colocada correctamente, pero estas tareas solo estarán semiautomatizadas y requerirán la colaboración entre humanos y robots.

AVANCES TECNOLÓGICOS APLICADOS A LA SALUD Y LA MEDICINA

La **medicina predictiva** es posiblemente la principal Megatendencia en la actualidad en el ámbito de la salud y se fortalecerá en el futuro. La medicina predictiva posibilitará la mejora sustancial de la



calidad y la esperanza de vida. En la actualidad se tratan los síntomas de una enfermedad con la frecuencia que requiere una intervención de urgencia; pero en el futuro los médicos tendrán la capacidad de detectar "signos de anomalías futuras" varios años antes de que se produzca la enfermedad. De esta forma se tendrá la

capacidad de predecir y prevenir enfermedades.

El desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar el diagnóstico precoz de las enfermedades es sin duda uno de los avances más espectaculares de la Medicina actual y futura.

La medicina moderna y las ciencias de la salud dependen en gran medida del apoyo de la ingeniería para ofrecer alternativas de prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. El desarrollo de nuevas tecnologías es vital para la prestación de servicios de salud eficientes. Entre estas tecnologías que actualmente impactan la medicina se encuentran:

El uso de la Inteligencia Artificial en Medicina

El exponencial aumento del poder de los ordenadores, las tecnologías del procesamiento de Big data que procesan los millones de datos de manera inteligente para convertir toda esa información en conocimiento que genere valor para la salud.



Gracias a los recientes avances tecnológicos impulsados por COVID-19, la Inteligencia Artificial se ha convertido en parte integrante de la asistencia sanitaria moderna.

Hay diferentes tipos de Inteligencia Artificial con aplicación en el ámbito del cuidado de la salud:

- **Aprendizaje Automático (AL)** algoritmos de entrenamiento que utilizan conjuntos de datos, como registros sanitarios, para crear modelos capaces de realizar tareas como categorizar información o predecir resultados.
- **Aprendizaje Profundo (DL)**, es un subconjunto del aprendizaje automático que implica mayores volúmenes de datos, tiempos de entrenamiento y capas de algoritmos de AL para producir redes neuronales capaces de realizar tareas más complejas.
- **Procesamiento neuronal del lenguaje (NLP)** que es el uso de la ML para comprender el lenguaje humano, ya sea verbal o escrito. En sanidad el NLP se utiliza para interpretar documentación, notas, informes e investigaciones publicadas.
- **Automatización robótica de procesos (RPA)** es el uso de la IA en programas informáticos para automatizar los flujos de trabajo administrativos y clínicos
- **El Aprendizaje Automático - Machine Learning (ML)**. A veces se le equipara con la IA, pero básicamente el objetivo de la IA es crear un sistema inteligente como los humanos para resolver problemas, mientras que el ML tiene la finalidad de que las máquinas aprendan de los datos para que puedan dar resultados precisos sin necesidad de programarlas.

El ML es una fusión entre la informática y la estadística y no sólo será el próximo avance en la atención sanitaria moderna, sino que ya se está utilizando en aplicaciones del mundo real con buen éxito en muchas especialidades de la medicina. El salto a las aplicaciones a gran escala y la integración con la práctica clínica general son inevitables. Un ejemplo de cómo funciona el ML es el entrenamiento de un ordenador para detectar cáncer a través de diapositivas histopatológicas. A partir de unos conocimientos recopilados se programa el ordenador para que utilice un método mediante reglas de combinación de colores y de líneas que representen la invasión de la enfermedad a través de una membrana basal. Al presentarle una nueva diapositiva el programa informático podría comprobar la malignidad con un elevado margen de confianza.

Al mismo tiempo se puede realizar una base de datos de imágenes compuesta por especímenes malignos y no malignos y posibilitar que el programa informático pueda diferenciar mejor entre las dos categorías y a continuación comprobar el éxito del programa presentándole nuevas diapositivas para verificar su precisión. Si tiene éxito el proceso por el cual ha llegado a las conclusiones es lo de menos si finalmente es más fiable en la predicción final que nuestro conocimiento actual basado en un sistema de reglas.

La IA y ML facilitarán el desarrollo de médicos informatizados y todo dependerá del desarrollo activo y la integración de bases de datos para facilitar este proceso.

Algunos ejemplos de aplicaciones concretas que posibilitará el uso de IA y ML en medicina:



Medicina personalizada

La potencia en el procesamiento de datos no requiere que se proporcionen casos resueltos o clases predeterminadas para poder realizar asociaciones y predicciones a partir de los datos y permite la Individualización, el reconocimiento

de las microvariables de un paciente que pueden hacer que sea fenotípicamente diferente de los demás. La potencia del ML permite esta individualización a muchos niveles en el diagnóstico, pronóstico y tratamiento.



Terapias Quimiogenéticas

Se ha mejorado el descubrimiento de fármacos y la predicción farmacocinética y de la toxicidad. Por ejemplo, se han aplicado redes neuronales a una combinación de datos de mutaciones de líneas celulares, tasas de respuestas previamente conocidas e interacciones proteína-proteína para predecir tasas de respuestas a fármacos oncológicos con una precisión del 85%.



Cirugía

En el campo de la cirugía el ML se ha aplicado sobre todo a dos áreas principales: robótica y apoyo a la toma de decisiones.

En la robótica quirúrgica podemos mencionar el guiado endoscópico autónomo, la ejecución de tareas sencillas con un rendimiento superior a las capacidades humanas, así como el descubrimiento de nuevas técnicas operatorias superiores a la práctica actual.

En cuanto a la toma de decisiones su ayuda se está convirtiendo habitual para identificar candidatos quirúrgicos, posibles complicaciones postoperatorias, realizar diagnósticos y predecir resultados.



Radiología

El potencial único en el reconocimiento de patrones y el análisis automatizado de imágenes médicas en radiología, tomografías computerizadas, resonancias magnéticas y otras imágenes en busca de lesiones u otros hallazgos radiológicos humanos. Debido al aumento del número de modalidades de imagen, la resolución y el número de imágenes generadas por los escáneres modernos, el análisis de imágenes asistido por ordenador es cada vez más frecuente para asistir a los radiólogos en su trabajo.

Investigadores del Laboratorio de IA del MIT (Massachusetts Institute of Technology) han desarrollado un modelo de predicción basado en DL para la detección temprana del cáncer de mama que permite conocer la predisposición a la enfermedad con 4 años de anticipación. El modelo se desarrolló a partir del análisis de 90.000 mamografías correspondientes a 60.000 pacientes. El uso de IA y DL permite detectar la existencia de manchas no visibles al ojo humano que son susceptibles de convertirse en cáncer. Se trata de una herramienta esencial para ayudar a los radiólogos identificar a pacientes con riesgo de desarrollo de cáncer en el futuro y por tanto permite un seguimiento y control mucho más exhaustivo de los pacientes en riesgo ^[27].



Hematología, oncología y patología

La hematología, la oncología y la histopatología se parecen a la radiología en que son especialidades en las que abundan datos y donde la práctica actual suele implicar grandes conjuntos de datos procedentes de exámenes clínicos, historias clínicas electrónicas, imágenes radiológicas, histopatológicas e información genética, entre otros. Adicionalmente se incluyen a la mayoría de los pacientes en bases de datos para seguir su respuesta al tratamiento.

^[27] Yala, A., Lehman, C., Schuster, T., Portnoi, T., & Barzilay, R. (2019). A deep learning mammography-based model for improved breast cancer risk prediction. *Radiology*, 292(1), 60-66.



Biotecnología

Si hay una rama de la ciencia que ha revolucionado la investigación científica del siglo XXI esa es la biotecnología, entendiendo como tal toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos. Esta disciplina es la responsable del desarrollo de vacunas contra muchas enfermedades, entre ellas la COVID-19.

Pero la biotecnología no sólo se ocupa de la pandemia causada por el SARS-CoV-2, sino que ha dado un paso de gigante en la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de muchas otras enfermedades.

Las aplicaciones sanitarias de la biotecnología permiten la producción más ética, barata y segura de un número cada vez mayor de fármacos (insulina, eritropoyetina, hormona del crecimiento, Factor VIII...)

Según la Biotechnology Innovation Organization^[28] gracias a la biotecnología se han elaborado más de 250 vacunas y medicamentos distintos. También se encarga de las terapias génicas in vivo y ex vivo que se emplean en la lucha contra diferentes cánceres, de los diagnósticos moleculares clave, de procedimientos de intervención génica o dirigidos al control de reproducción y diferenciación de células madre o de la fabricación de órganos artificiales.

Realidad virtual y Realidad aumentada

Los ambientes virtuales generados mediante ordenador, en donde el usuario tiene un alto nivel de inmersión e interacción, están siendo estudiados en la actualidad para agilizar y optimizar los procesos de producción, diseño, análisis y entrenamiento en el área de la ingeniería. Sin embargo, existen otros campos donde esta tecnología de realidad virtual y los sistemas hápticos se están implementando como la medicina y la rehabilitación.

^[28]Biotechnology Innovation Association <https://www.bio.org/>



La RV (= Virtual Reality) es la creación de un nuevo mundo completamente virtual e inmersivo, que podemos interactuar a través de un casco o unas gafas de realidad virtual. Puede ser utilizada como herramienta para la adquisición de información y habilidades, así como la representación o modelado de conceptos, ideas o lugares que de otra manera sería imposible representar.

Hemos mencionado junto a la RV los sistemas Hápticos, se trata de una palabra que viene del griego Haptethai que significa tocar, o lo que es relacionado con el sentido de tacto e implica:

- Percepción háptica, se perciben los objetos a través del sentido del tacto,
- Retroalimentación háptica, recibir una fuerza o señal externa para estimular el sentido del tacto.
- Interfaz háptica, dispositivos encargados de general la señal de retroalimentación háptica.

En medicina se han desarrollado sistemas virtuales para el diseño de prótesis e implantes, sistemas de cirugía por ordenador, entrenamiento quirúrgico, rehabilitación, y tratamientos para cierto tipo de enfermedades como las fobias.



La AR (= Augmented Reality) es la combinación de nuestro mundo real con el mundo virtual a través de un dispositivo tecnológico como puede ser nuestro teléfono móvil.

Ya es algo tangible en el mundo de la salud y la medicina. Consiste en mejorar el entorno del mundo real con elementos virtuales que los

completan aportando información complementaria. La realidad aumentada es única porque los usuarios no pierden el contacto con el contexto real en el que se desenvuelven, y pone a nuestro alcance la información de forma casi inmediata.

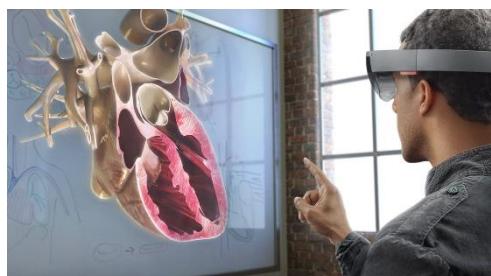
Algunos ejemplos de aplicaciones concretas que posibilitan el uso de VR y AR en medicina:



En **Oftalmología** una aplicación llamada *Oculenz* permite a los médicos corregir la visión funcional de pacientes con degeneración mácula severa relacionada con la edad y crear un entorno virtual que les permite volver a ver.



La empresa *AccuVein* ha diseñado un scanner de mano que se proyecta sobre la piel para mostrar la ubicación exacta de las venas en el cuerpo de los pacientes, el nivel de aciertos en los pinchazos en las venas es de 3,5 veces mayor con esta asistencia.



Asistencia en cirugía. Dispositivos como **Hololens** de Microsoft consiguen superponer una capa de información virtual sobre la realidad o la visión del órgano en 3D y hasta las constates vitales del paciente.



Estudio del cuerpo humano. Se puede visualizar el cuerpo humano de una manera espectacular, distinguir entre los músculos y las venas más pequeñas a través de un modelo holográfico dinámico. Con esta técnica los estudiantes de medicina pueden estudiar de una manera más dinámica y realista el funcionamiento del cuerpo humano y el comportamiento de ciertas patologías.



Realizar simulaciones para capacitar a los médicos y poder educar a los pacientes.



Para mostrar **desfibriladores** cercanos, un centro médico de la Universidad de Radboud, en Países Bajos, ha diseñad una aplicación **AED4EU** que abriendo la aplicación el usuario y siguiendo las indicaciones de su teléfono móvil pueda encontrar la ubicación de

desfibriladores externos automatizados en caso de urgencias cardiológicas.



Google Glass para ayudar a las nuevas mamás en la lactancia. Una compañía de innovación llamada **Small World** en Melbourne (Australia], desarrolló unas gafas para las madres primerizas que daban de mamar a sus hijos para detectar fallos y ofrecerles ayuda en cualquier

momento del día.

Entre otras aplicaciones se incluyen:

- **Tratamientos de fobias y trastornos mentales.** Mediante experiencias inmersivas para someter a los pacientes en situaciones de estrés calculado para superar fobias, pánico, ansiedad, TOC, etc.
- **Tratamiento del autismo.** Una aplicación de **Brain Power** está diseñada para enseñar habilidades sociales a niños y adultos autistas. Dispone de un software de ciencia cerebral y convierte las gafas de realidad aumentada de Google y otros dispositivos similares en un soporte para desafíos educativos con este tipo de personas.
- **Prospectos de medicamentos** más amenos y didácticos. Los pacientes pueden ver de una forma gráfica cómo funciona el medicamento en el cuerpo humano, sin acudir a los aburridos prospectos.

Internet de las cosas médicas (IoMT) (Internet of Medical Things)

Son dispositivos médicos capaces de comunicarse vía internet para transferir información sobre los pacientes. El IoMT es la aplicación de la tecnología de Internet de las cosas en el sector sanitario siendo una de las áreas donde sus beneficios son más importantes y evidentes.

Dentro de IoMT se recogen tanto los dispositivos como las aplicaciones médicas dedicadas a la digitalización y transformación de los procesos sanitarios.

Las empresas de tecnología médica fabrican una amplia variedad de dispositivos médicos, como marcapasos, sistemas de monitoreo domésticos o monitores de glucosa de sangre, entre muchos otros. Poder dotar a todos dispositivos de la capacidad de conectarse a internet y enviar información en tiempo real a los profesionales sanitarios, permite percibir la gran importancia de IoMT para la medicina de hoy en día.

Veamos la aplicación de algunos de estos dispositivos IoMT en el cuidado de la salud:

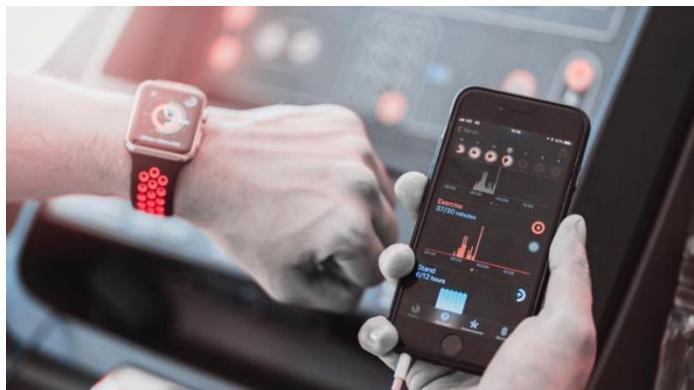
Telemedicina



Se encarga de prestar servicios médicos y sanitarios de forma remota. De esta forma es posible proporcionar asistencia sanitaria en zonas poco accesibles, desfavorecidas económicamente o en lugares donde no se disponga de tecnología ni facultativos cualificados en un área concreta de la medicina.

Se puede motorizar a los pacientes a distancia sin necesidad de que se desplacen hacia los centros médicos para su control. Estos dispositivos permiten que la telemedicina sea interactiva fomentando que médicos y pacientes puedan comunicarse e interactuar a tiempo real.

Wearables



Son dispositivos médicos que los pacientes pueden llevar encima para medir sus datos vitales. Toda esta información es enviada a la nube por estos dispositivos IoMT y así los médicos profesionales sanitarios tienen acceso en tiempo real a los mismos sin necesidad de acudir en un centro de salud y hospital. Un Smartphone puede actuar como IoMT por ejemplo monitorizando el ritmo cardiaco.

Drones



Se utilizan para acelerar la entrega de suministros y productos médicos como medicamentos, muestras (sangre, orina etc) y otros suministros médicos.

Estos son solo algunos ejemplos, pero existen otras líneas de investigación que determinarán la medicina del futuro. Estas son las más interesantes:

Ojos biónicos

Existen audífonos para superar problemas auditivos, pero la ceguera sigue siendo uno de los grandes retos tecnológicos. Un grupo de investigadores de la Universidad de Minnesota acaba de dar un paso más hacia la creación de un ojo biónico que permita devolver la visión a los pacientes. Para ello, han recurrido a la impresión 3D, que permite imprimir circuitos electrónicos en superficies curvas. Estos semiconductores fotosensibles tienen una excelente eficiencia del 25 % en la conversión de luz en electricidad.

Lentillas inteligentes para medir la glucosa

Una nueva tecnología desarrollada por Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología de Ulsan en Corea. Se trata de una lentilla blanda e inteligente que, por medio de nanosensores de glucosa transparentes

y flexibles, así como unos circuitos inalámbricos, avisa al usuario con una luz LED en situaciones de hipoglucemia.

Robots de asistencia para mayores

Los problemas de movilidad y el deterioro cognitivo son algunos de los retos a los que se enfrenta una población cada vez más envejecida. Si en Japón llevan años investigando las posibilidades de la robótica para el cuidado de ancianos, la última aplicación de esta tecnología se encuentra en el terreno del ejercicio físico. La idea es que operen como monitores del ejercicio físico del usuario, mostrando los movimientos que deben llevar a cabo para mantenerse en forma.

Chips comestibles

No nos referimos a las patatas fritas, sino a una nueva generación de dispositivos electrónicos que pueden viajar hasta el intestino por vía oral y liberar medicamentos o analizar el estado de los tejidos. Para lograrlo, se utiliza una cápsula con un robot plegable que se abre una vez que llega a la zona de trabajo. En la misma línea, un proyecto tecnológico está trabajando en el desarrollo de microsensores subcutáneos que detecten posibles dolencias y carencias de nutrientes. Otra posibilidad son los parches para mujeres embarazadas que analizarán las constantes vitales durante la gestación.

Impresión 3D de prótesis

Esta es una aplicación que se encuentra disponible desde hace tiempo y que ha abaratado considerablemente el desarrollo de sistemas para mejorar la movilidad de personas que han sufrido la pérdida de extremidades.

Por supuesto, esto no es más que una muestra de las posibilidades concretas que abre la tecnología. En los próximos diez años se estima que la tecnología cada día será una pieza más fundamental en muchos aspectos de la vida, y hablando de salud y medicina, cada vez será más indispensable para la prevención, el diagnóstico y la monitorización de las enfermedades.

CONCLUSIONES

Creemos que es positivo para la humanidad constatar que son los cambios demográficos y la crisis climática los dos grandes retos que los gobiernos y las grandes empresas están priorizando en sus planes de inversión y su estrategia futura. Aun así, hay mucho trabajo por hacer:

- El desarrollo tecnológico es imprescindible pero no suficiente para afrontar el futuro.
- Hay que desarrollar nueva legislación que proteja los derechos fundamentales del ser humano en el nuevo contexto que seguirá emergiendo derivado del desarrollo tecnológico.
- Se precisan sistemas de gobernanza a escala global que hoy en día no existen.
- El futuro del trabajo conllevará niveles más altos de especialización y por tanto de colaboración interdisciplinar.

Nos gustaría terminar destacando algunos aspectos del futuro en el ámbito de la medicina y los cuidados de la salud en un contexto de mayor esperanza de vida.

- Desarrollo de sistemas de salud en todas partes (e-health systems], mediante la implementación de una identificación médica universal que garantice el seguimiento de la historia médica de cada paciente independientemente del lugar, la compañía aseguradora y los lugares donde se realicen los registros o exámenes médicos.
- Uso de la inteligencia artificial, en combinación con la robótica, para construir dispositivos médicos que puedan realizar diagnósticos y tratamientos médicos.
- Desarrollo de neurotecnologías para influir sobre el sistema nervioso, especialmente el cerebro, que permitan probar soluciones biotecnológicas potenciales a trastornos cerebrales.
- Terapias de células madre, ingeniería de tejidos y medicina regenerativa, para el reemplazo de tejidos biológicos enfermos y la creación de nuevos tejidos y órganos artificiales.
- Administración de fármacos con precisión a nivel molecular mediante la aplicación de nanopartículas, con componentes terapéuticos, que se adhieren a los tejidos afectados minimizando su impacto sobre los tejidos sanos.

Todo esto comportará cambios en el campo laboral sanitario donde se consolidarán nuevas profesiones, tales como: Científicos de datos, Especialistas en IA Sanitaria o Ingenieros Biomédicos.

Bibliografía

- [1] Estrategia y Negocios (E&N)- Las 5 megatendencias que dominarán el mundo
<https://www.estrategiaynegocios.net/lasclavesdeldia/las-cinco-megatendencias-que-moldearan-el-mundo-al-2030-LXEN1511659>
- [2] <http://www.megatrends2050.com/>
- [3] Megatrends Watch Institute: <http://www.megatrendswatch.com/megatrends-research.html>
- [4] WWF's living planet report 2016, UN Population Prospects [2017 revision]:
<https://desapublications.un.org/publications/world-population-prospects-2017-revision>
- [5] BlackRock: Mercer/Foro Económico Mundial/ Aegeon, 2017. Consultado en:
<https://raconteur.uberflip.com/i/947115-workplace-pensions-special-report-2018/7>
- [6] World Organization– The United Nations: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>
- [7] The World Bank:- <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>
- [8] Andrew Bolwell, HP Megatrends <https://hpmegatrends.com/hp-megatrends-2020-refresh-8cb769132ef5>
- [9] PAUL DAUGHERTY, Chief Technology & Innovation Officer, MARC CARREL-BILLIARD Senior Managing Director and Lead – Technology Innovation Labs MICHAEL BILTZ Managing Director, Accenture Technology Vision. Publicado artículo *Cuando los Átomos se cruzan con los bits* - Publicado por Accenture en https://www.accenture.com/es-es/insights/technology/technology-trends-2023?c=acn_glb_sembrandaboutusgoogle_13525516&n=psgs_0423&gclid=EA1alQobChMII6DC-eqZ_gIVn4FQBh2rFQF8EAAYASABEgJsx_D_BwE&gclsrc=aw.ds
- [10] Kemal Dervish y Caroline Conroy - El País – Política Global para una economía globalizada:
https://elpais.com/economia/2018/08/15/actualidad/1534350525_181401.html
- [11] United Nations, The Paris Agreement 2015: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- [12] El regreso de USA al acuerdo de Paris: <https://www.expansion.com/especiales/35-aniversario/energia-y-sostenibilidad/2021/03/24/6059d132e5fdea230b8b4631.html>
- [13] KPMG Insights - <https://kpmg.com/xx/en/home/insights/2013/10/economic-interconnectedness.html>
- [14] William Cline. September 2003. “CGD Brief. Trading up: Trade Policy and Global Poverty [PDF 83 KB]”.
https://www.cgdev.org/sites/default/files/2856_file_cgdbrief007.pdf
- [15] FMI – Perspectivas Economía Mundial, Octubre 2012 - <https://www.imf.org/es/Home>
- [16] El acuerdo UE – China sobre inversiones – Aida Blazquez - <https://novicap.com/blog/el-acuerdo-ue-china-sobre-inversiones/>
- [17] International Review of the Red Cross - Ferris, E. G. [2011]. The Politics of Protection: The Limits of Humanitarian Action. Brookings Institution Press. <http://www.jstor.org/stable/10.7864/j.ctt1261f7>
- [18] The Impossible Burger looks and tastes like meat, so what's in this incredible culinary creation? By Tehrene Firman . Published on July 23, 2018 <https://www.eatthis.com/facts-about-the-impossible-burger/>
- [19] Rubicon Global, State Farm Arena recycle 12 tons of waste during Super Bowl week. By Eric Mandel – Managing Editor, Atlanta Business Chronicle
<https://www.bizjournals.com/atlanta/news/2019/02/14/rubicon-global-state-farm-arena-recycle-12-tons-of.html>
- [20] Loop: Reusable Packaging Startup Loop Makes Headway On Store Shelves. Article by Anne Field, publicado en <https://www.forbes.com/sites/annefield/2019/08/31/reusable-packaging-startup-loop-makes-headway-on-store-shelves/?sh=32ae5104209a>
- [21] Carbon Engineering: <https://qz.com/1713529/carbon-engineering-and-occidental-will-capture-1-million-tonnes-of-carbon-dioxide> - Carbon Engineering is doubling its CO2-capturing machine even before it's built
- [22] Alora: www.alora.world
- [23] ESPAS Report: Global Trends to 2030 - <https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/node/1362>
- [24] Gathering Strength, Gathering Storms: The One Hundred Year Study on Artificial Intelligence [AI100] 2021 Study Panel Report
https://ai100.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj18871/files/media/file/AI100Report_MT_10.pdf

- [25] La Vanguardia: <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20230523/8987373/dos-gigantes-tecnologicos-arrasara-ia-bill-gates-pmv.html>
- [26] Goldman Sachs -The Potentially Large Effects of Artificial Intelligence on Economic Growth [Briggs/Kodnani] https://www.ansa.it/documents/1680080409454_ert.pdf
- [26] GSMA Intelligence - <https://www.gsmaintelligence.com/>
- [27] Yala, A., Lehman, C., Schuster, T., Portnoi, T., & Barzilay, R. (2019). A deep learning mammography-based model for improved breast cancer risk prediction. *Radiology*, 292(1), 60-66.
- [28] Biotechnology Innovation Association <https://www.bio.org/>

Otras fuentes consultadas:

- MIT El mundo en 2030: nueve megatendencias a seguir
- <https://revistanuve.com/mit-el-mundo-en-2030-nueve-megatendencias-a-seguir/>
- El agua será inaccesible para los hogares de bajos ingresos <https://revistanuve.com/el-agua-sera-inaccesible-para-los-hogares-de-bajos-ingresos/>
- Advancing water resource systems to keep pace with change. [Standford/FletcherlaB]
- <https://fletcherlab.science/research>
- Trend compendium 2030: www.iberglobal.com/Archivos/trendcompendium2030_rolandberger.pdf
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division [2014]. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights [ST/ESA/SER.A/352].
- Las 20 Megatendencias para la próxima década: https://www.elespanol.com/invertia/disruptores-innovadores/innovadores/20200131/megatendencias-proxima-decada/463455291_0.html
- MIT el mundo en 2030: nueve megatendencias a seguir – <https://revistanuve.com/mit-el-mundo-en-2030-nueve-megatendencias-a-seguir/>
- Universidad EAFIT, Colombia. Incidencia de las megatendencias globales en la biomedicina. Lampasakos, núm. 19, pp. 9-11, 2018. Universidad Católica Luis Amigó.
- Ecorfan.org. Desarrollo de Aplicaciones de Realidad Virtual y Sistemas Hapticos en Ingeniería, Medicina y Arte. H. Medellin, G. Gonzalez, R. Espinosa, E. Govea y T. Lim. Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, San Luis Potosí-Mexico. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 77-93, 2014.
- eDoctor: Machine learning and the future of medicine. Journal of international medicine, 2018, vol. 284, nº6, p. 603-619
- MARINOVICH, M. Luke, et al. Artificial intelligence (AI) for breast cancer screening: Breast Screen, population-based cohort study of cancer detection. *Biomedicine* 2023, vol.90
- Alarcón, M.R.(2016) Megatendencias 2040. Revista Publicando 3 (9), 409-434.
- Megatendencias: el futuro de la salud. Lic. Guillermo Clavell, Manager de Advisory de EY Uruguay. Ejido 1275, CP. 11.100 Montevideo Uruguay COPYRIGHT (C) 2023 EL OBSERVADOR
- AMBIT 20 YEARS. Servicios y Soluciones de transformación digital, somos especialistas en el sector salud. INTERNET DE LAS COSAS MEDICAS (IoMT)TECNOLOGÍA APLICADA A LA SALUD. 15/7 2021
- AI in Health Care: Applications, Benefits and Examples. Escrito por Coursera, Actualizado el 14 de noviembre de 2022.