

Los diferentes escenarios que se presentan en nuestro país para la formación de ingenieros

José F. Albarrán N.

Junio 6, 2019

Contenido

1

Estructura de la presentación

2

El escenario de la competencias técnicas

3

El escenario de las condiciones del mercado laboral

4

El escenario de las competencias complementarias

5

Particularidades de México en los escenarios para los ingenieros

6

Reflexiones finales y agradecimientos

1

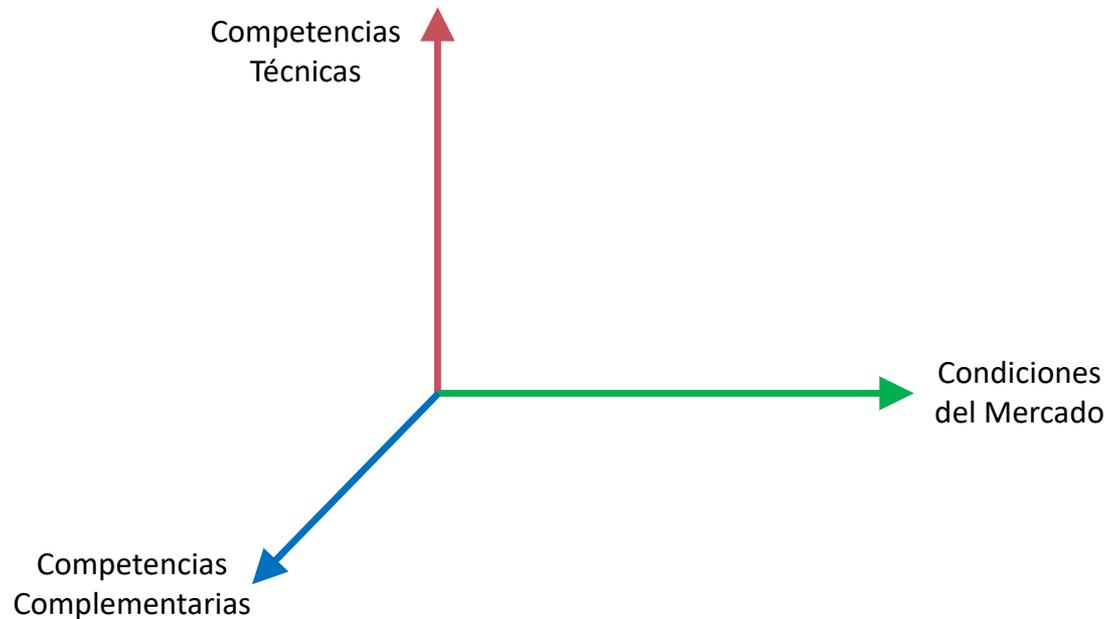
Estructura de la presentación

Tres enfoques

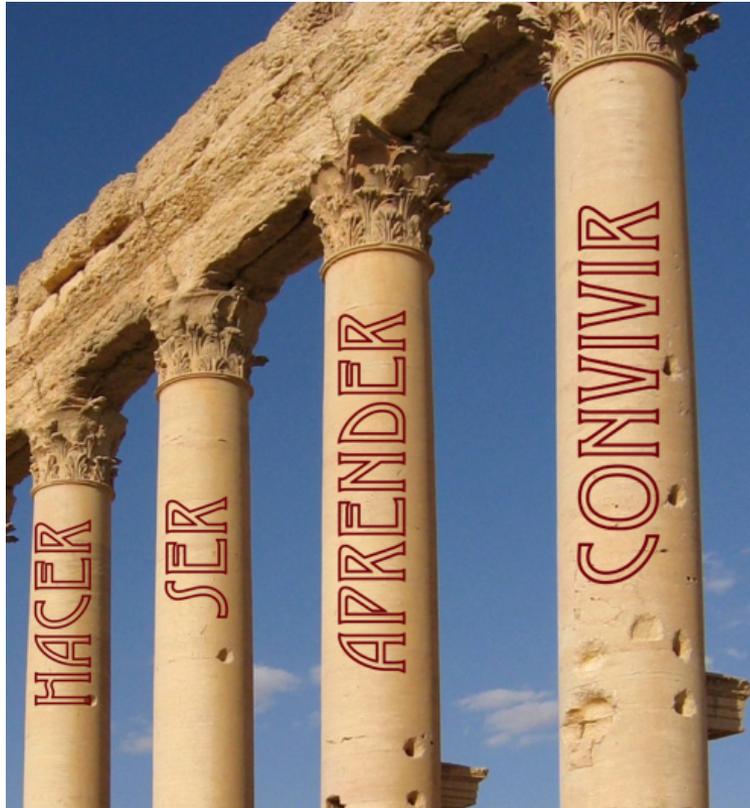
Los escenarios que se presentan en nuestro país y que afectan la formación de ingenieros, se establecen con tres enfoques, en un entorno global:

1. Las competencias técnicas que se vislumbran en el futuro de mediano plazo.
2. Las condiciones que tendrá el mercado para los servicios de ingeniería.
3. Las competencias complementarias (*soft skills*) que serán de más valor.

Finalmente, se apuntarán algunas consideraciones sobre el caso específico de México.



Los cuatro pilares de la educación



El *Informe Delors*¹, encargado por la UNESCO, presenta cuatro pilares de la educación:

- Aprender a hacer
- Aprender a ser
- Aprender a aprender
- Aprender a convivir

Los escenarios planteados en este documento, refuerzan la validez de los cuatro pilares, por lo que quienes participen en la formación de ingenieros, harán bien en usarlos como base de sus estrategias como docente.

Aprender a hacer

Aprender a hacer, a fin de adquirir no sólo una calificación profesional sino, mas generalmente, una competencia que capacite al individuo para hacer frente a gran número de situaciones y a trabajar en equipo. Pero, también, aprender a hacer en el marco de las distintas experiencias sociales o de trabajo que se ofrecen a los jóvenes y adolescentes, bien espontáneamente a causa del contexto social o nacional, bien formalmente gracias al desarrollo de la enseñanza por alternancia.



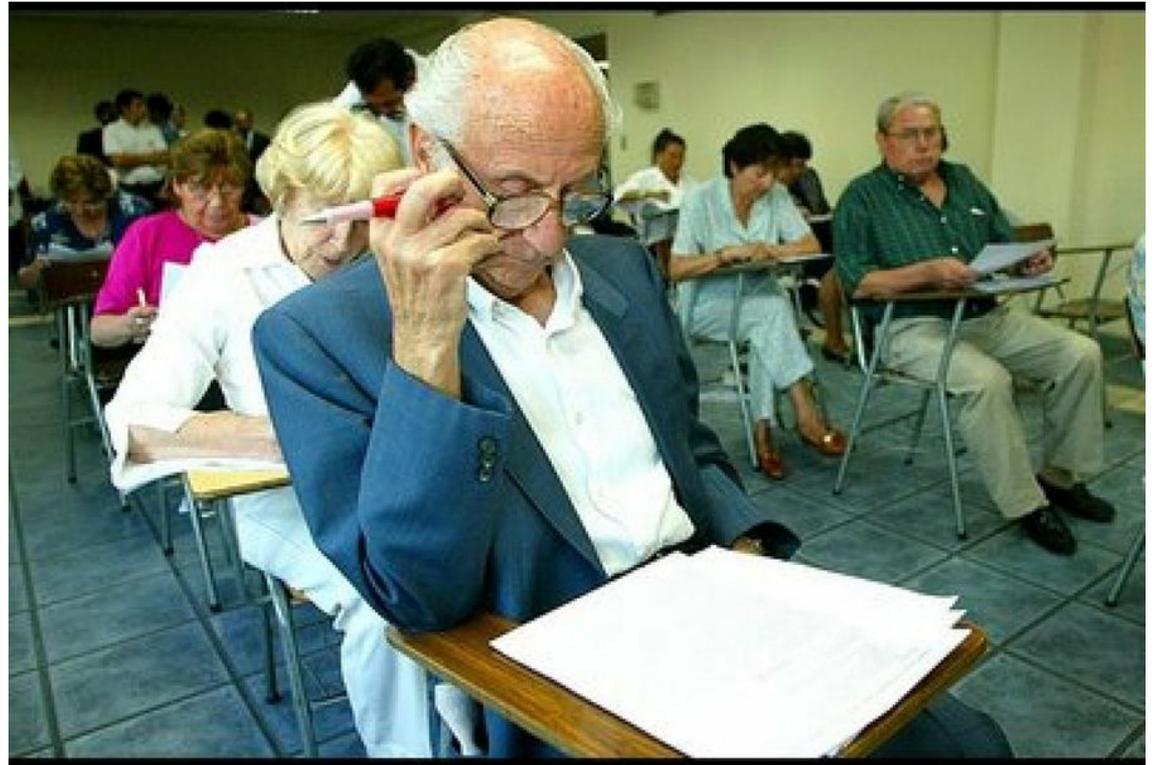
Aprender a ser



- *Aprender a ser para que florezca mejor la propia personalidad y se esté en condiciones de obrar con creciente capacidad de autonomía, de juicio y de responsabilidad personal. Con tal fin, no menospreciar en la educación ninguna de las posibilidades de cada individuo: memoria, razonamiento, sentido estético, capacidades físicas, aptitud para comunicar...*

Aprender a aprender

Aprender a conocer, combinando una cultura general suficientemente amplia con la posibilidad de profundizar los conocimientos en un pequeño número de materias. Lo que supone además: aprender a aprender para poder aprovechar las posibilidades que ofrece la educación a lo largo de la vida.



Aprender a convivir



*Aprender a convivir
desarrollando la comprensión
del otro y la percepción de las
formas de interdependencia -
realizar proyectos comunes y
prepararse para tratar los
conflictos- respetando los
valores de pluralismo,
comprensión mutua y paz.*

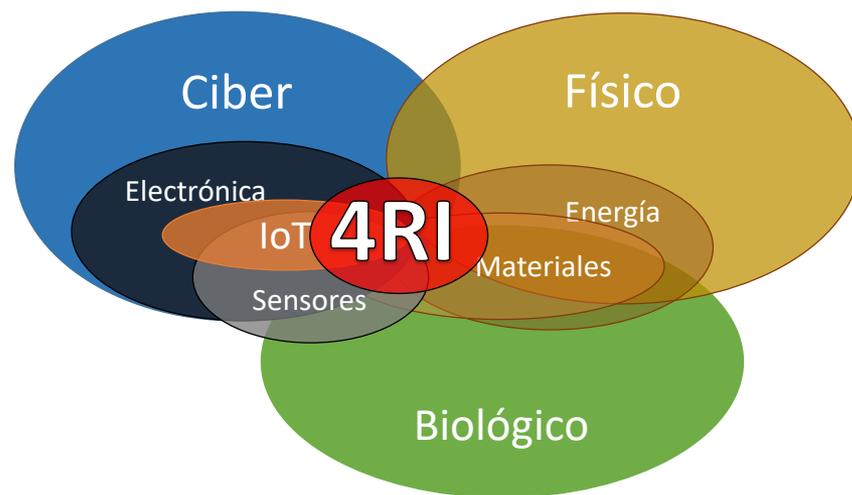
2

El escenario de las competencias técnicas

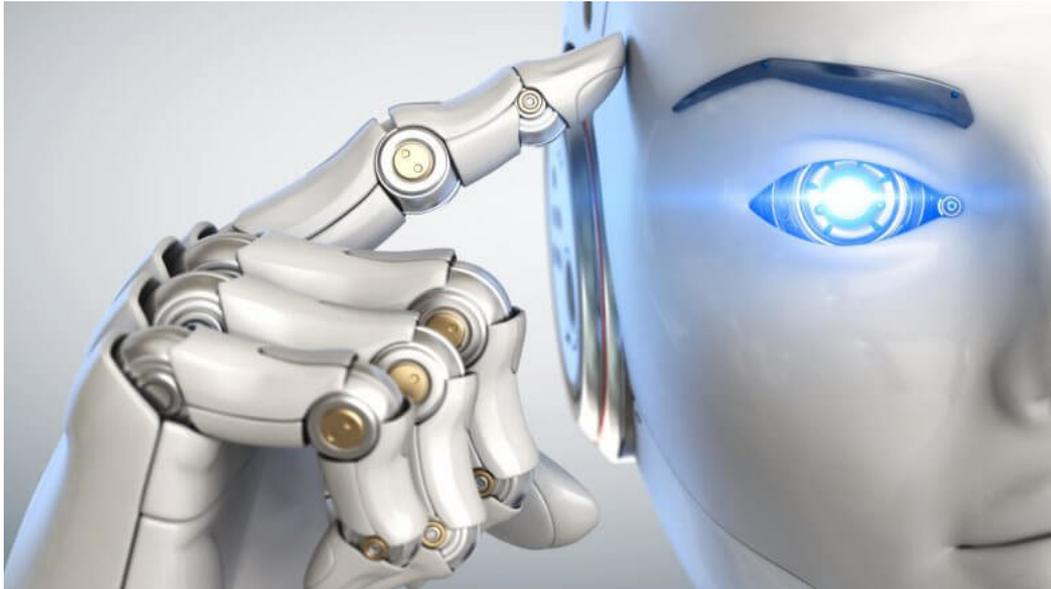
Hacia la 4^a Revolución Industrial

Hoy en día se perciben los síntomas de una nueva revolución industrial. Nuevas sinergias están comenzando a mostrarse entre el ámbito físico (materiales), cibernético (inteligencia artificial, realidad virtual) y biológico (genética, conocimiento de la anatomía y fisiología humana), que serían el prelude de importantes cambios en la sociedad y la economía.

Los ingenieros participarán, destacadamente, en el Desarrollo, operación y mantenimiento de sistemas y dispositivos que irán apareciendo en ese contexto.



Robots e Inteligencia Artificial



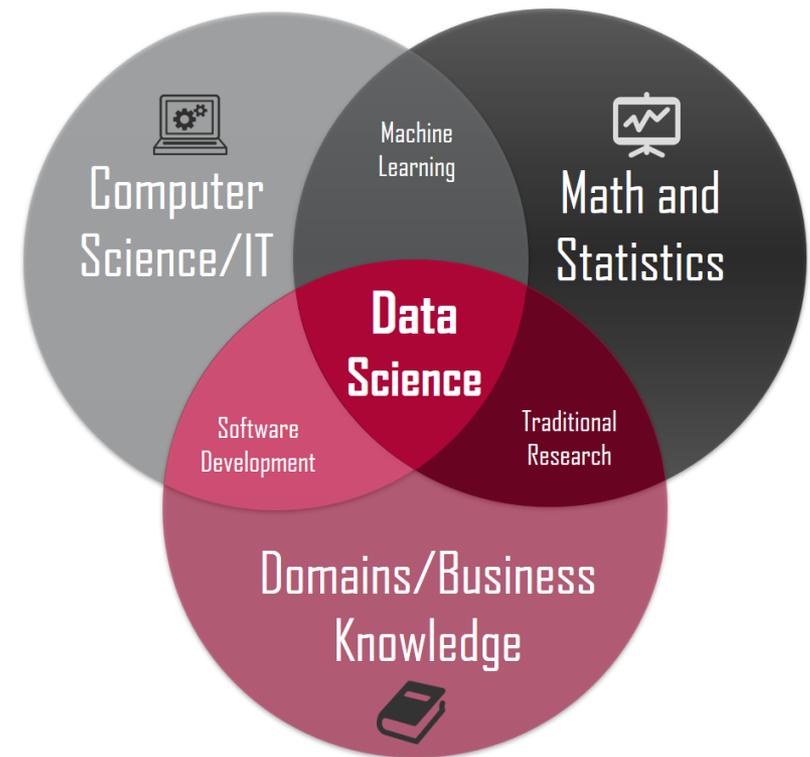
Robots de todos tipos y en algunos de ellos, combinados con un alto grado de IA, son cada vez más parte de nuestra cotidianeidad.

Los ingenieros diseñarán, operarán, repararán e inclusive colaborarán con robots.

Dar buen uso y sentido al *Big Data*

La el manejo de grandes cantidades de información digital hace necesario el dominio de la *Ciencia de Datos*.

Junto con la Inteligencia Artificial, estas dos áreas del conocimiento computacional representan un nuevo campo de actividad para los ingenieros.



La interacción debe ser para medir algo, actuar sobre algo o controlar algo

Internet de las Cosas (IoT)

La interacción de dispositivos vía la web crece explosivamente. Para su operación, se requieren sensores, actuadores y comunicación vía internet.

Indudablemente, este campo será un área de trabajo creciente para la ingeniería.



Un nuevo mundo impreso en 3D

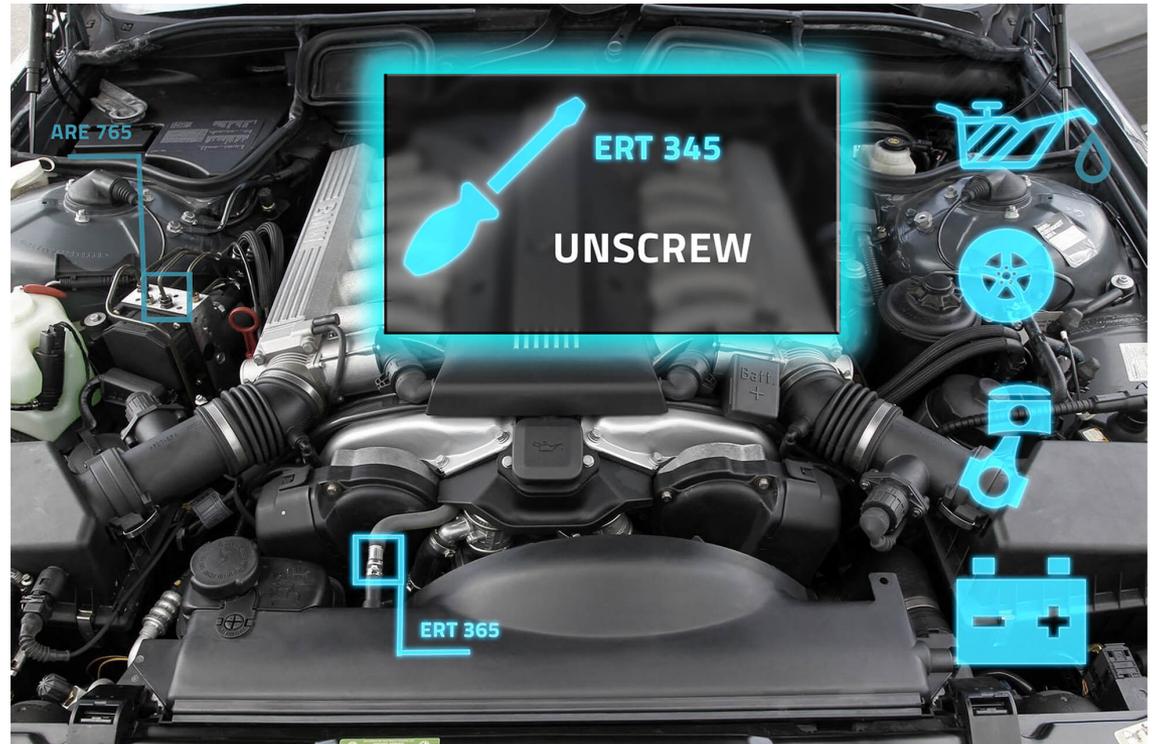


La impresión 3D, se aplica cada vez más a la manufactura aditiva y la construcción.

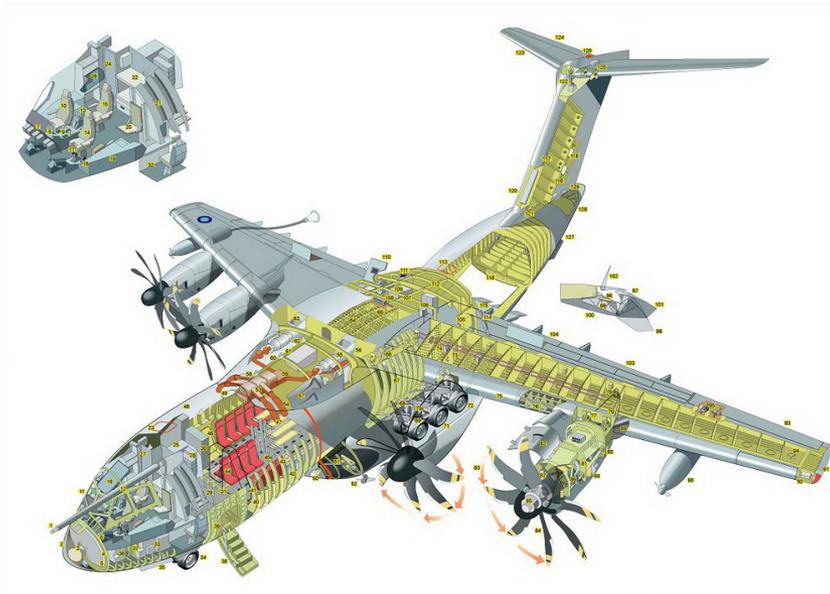
Los ingenieros deberán poder diseñar para usar tales herramientas, así como diseñar y construirlas, además de operarlas y darles mantenimiento.

Realidad Virtual y Aumentada

La *Realidad Aumentada* y la *Realidad Virtual* presentan oportunidades para desarrollar productos útiles en casi todas las actividades humanas, además de que serán una poderosa herramienta para los mismos ingenieros.



El aire y el espacio



El auge en la industria aeronáutica y aeroespacial mantendrá su demanda por ingenieros en todas sus áreas: diseño, fabricación, pruebas, instalación y mantenimiento.

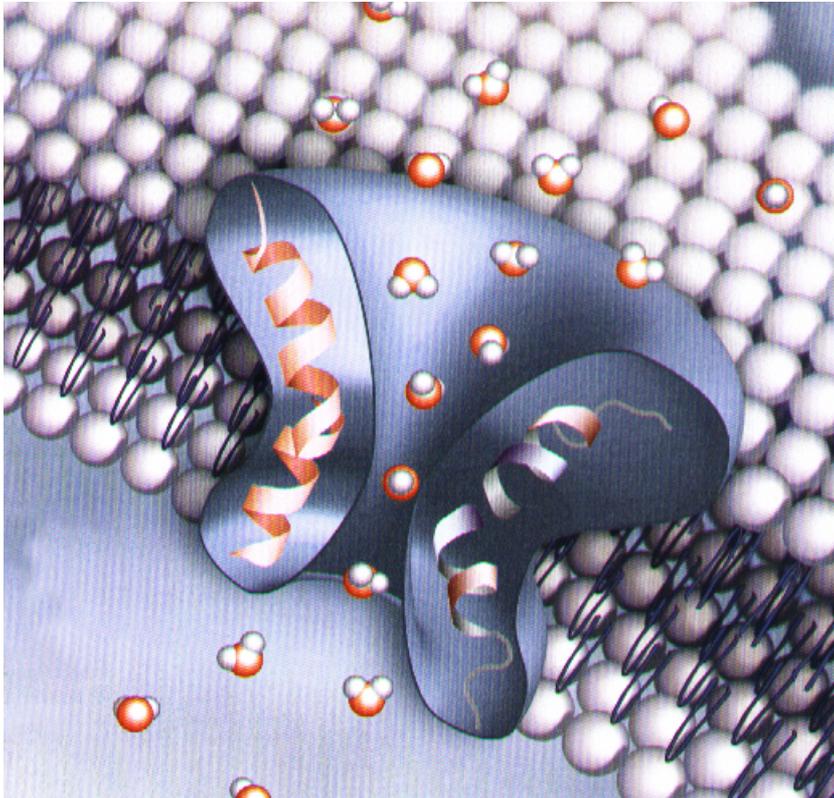
Los satélites, cada vez más pequeños y ligeros, que se pueden enviar a una órbita baja con cohetes similares a los de un misil, abre una ventana de oportunidad para países con menos recursos.

Nuestro recurso más crítico

El agua, su obtención, limpieza, uso efectivo, distribución y recolección, será, no solamente una actividad perenne para los ingenieros, sino crítica ante el crecimiento poblacional y el agotamiento de las fuentes tradicionales.



Los dispositivos provistos por la naturaleza



El uso de *dispositivos* naturales, como el *aquaporin*, una proteína que permite el paso exclusivamente de H_2O , que se está usando ya comercialmente para filtrar agua de forma efectiva y eficiente, es un ejemplo de la intersección de la biología y la ingeniería.

Nuevos sistemas, que requieren ingeniería asociada con biología o medicina serán de uso cada vez más común.

Gran variedad de aplicaciones nanotecnológicas

Nuevos materiales, con características de resistencia, peso, transferencia de energía, entre otras, gracias al uso de nanopartículas, están cambiando día con día, los parámetros de diseño, operación y mantenimiento de maquinaria y sus accesorios.



Almacenar sin contaminar



Almacenar energía, de forma que sea eficiente y evite ser altamente contaminante, es uno de los grandes retos tecnológicos hoy en día. Importantes avances predicen la alternativa de almacenar energía renovable (pero intermitente), minimizando la huella de contaminación.

Nuevas oportunidades para diseño se sistemas de energía doméstico, por ejemplo, serán desarrollados por los ingenieros.

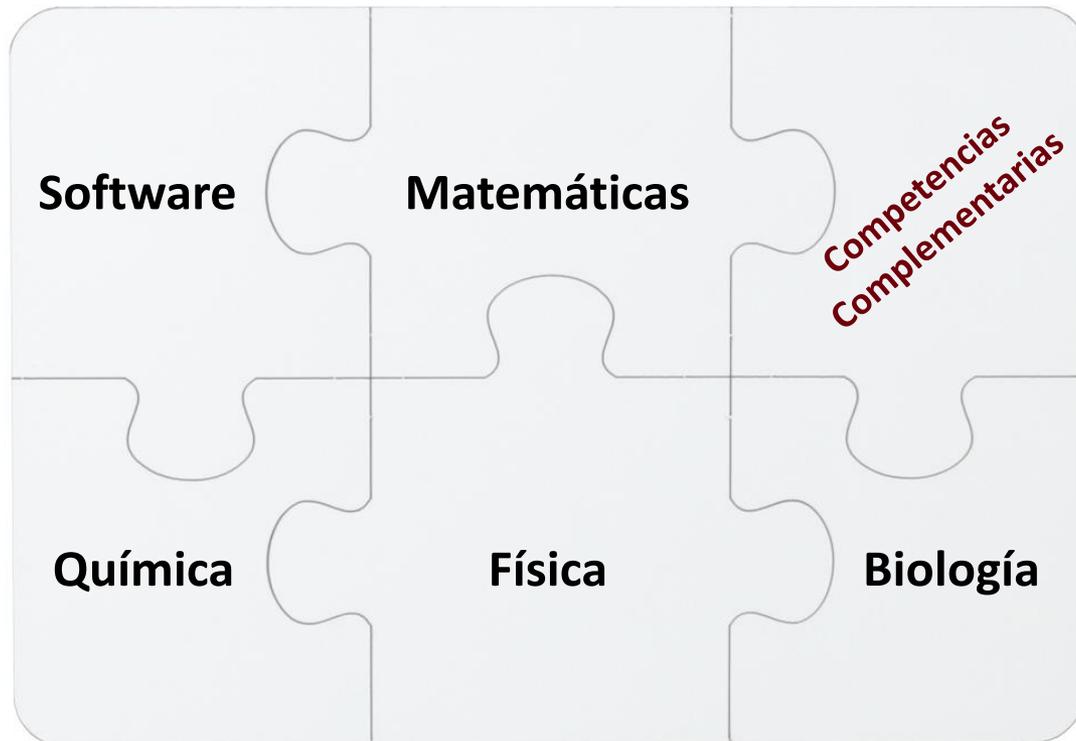
Que nadie quede atrás

Un mundo sustentable es el único posible y la ingeniería juega un papel fundamental para lograrlo.

El trilema energético, por ejemplo, establece buscar que se cumplan: disponibilidad de la energía, para toda la población, con mínimo impacto adverso al medio ambiente. Algo similar puede ser aplicado al transporte, urbanismo, manufactura y construcción, áreas en las que la ingeniería es preponderante.



Una base científico-tecnológica más amplia



Para las aplicaciones de ingeniería en escenarios de mediano plazo, la base científico-tecnológica del ingeniero debe ampliarse a la química, biología y software, además de la física y matemáticas tradicionales.

3

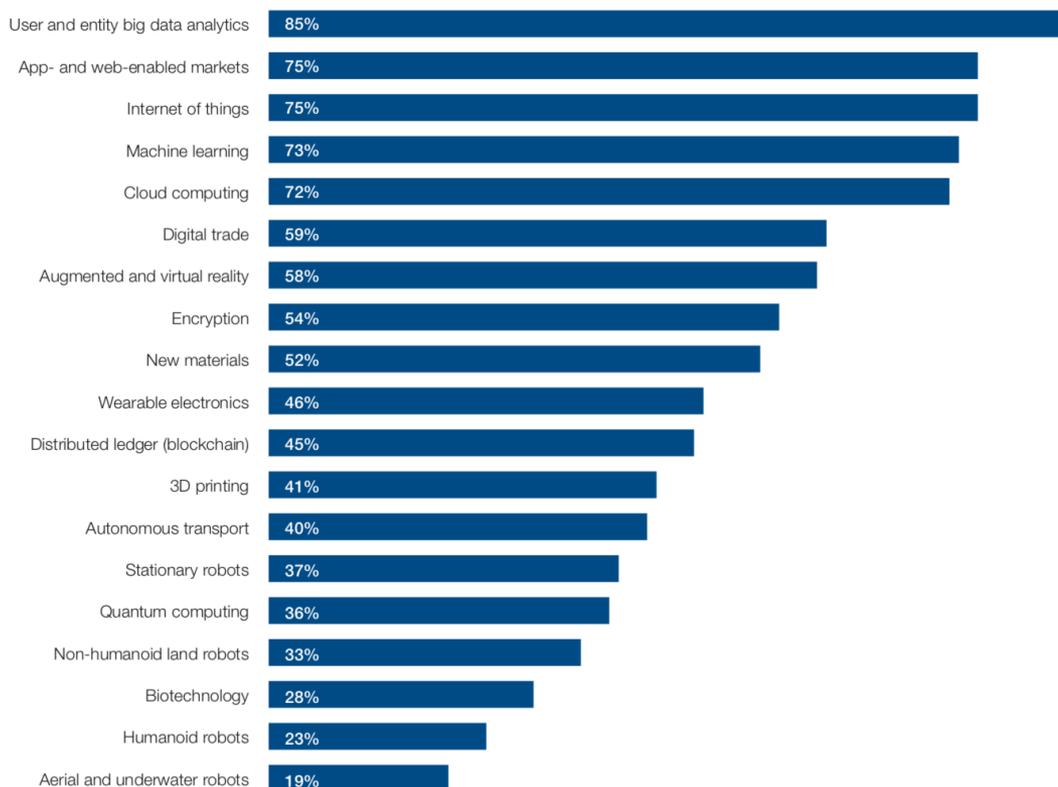
**El escenario de las condiciones del
mercado laboral**

Rápida adopción de nuevas tecnologías

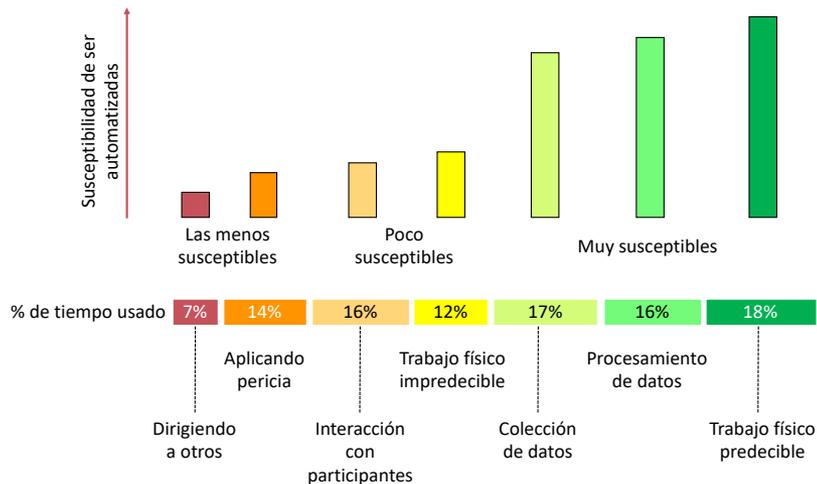
El *World Economic Forum* publicó su encuesta 2018 sobre el futuro del empleo, en la que participaron empresas de varias partes del mundo, representando 15 millones de empleados.

Un alto porcentaje de ellas piensa implantar tecnologías cibernéticas de punta para 2022. En menor número, se declaran dispuestas a incluir robots, impresión 3D y elementos biotecnológicos.

El efecto en empleos será de gran magnitud.



Presión sobre el empleo



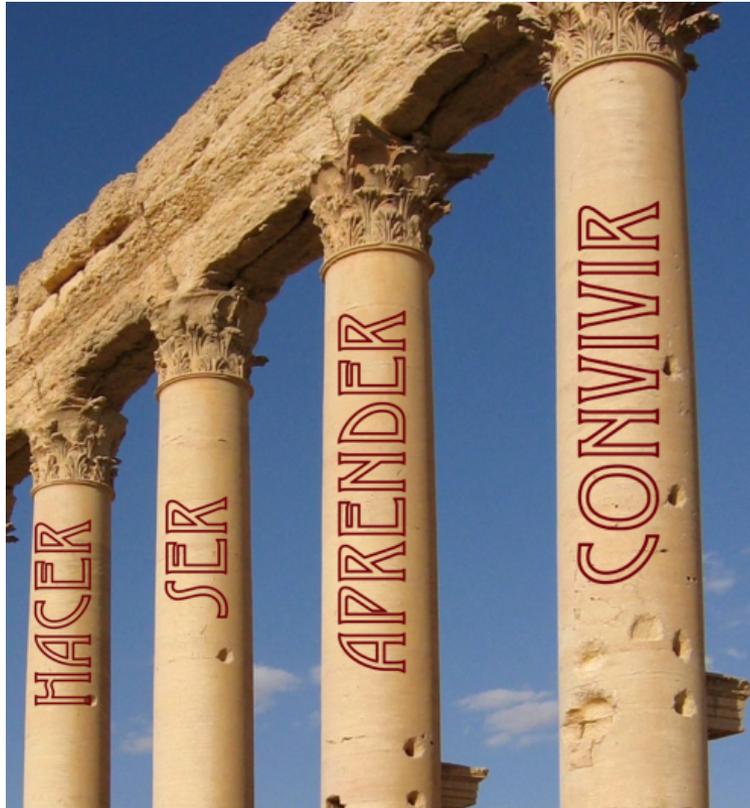
Más que los empleos por sí, serán ciertas actividades las que sean más susceptibles de ser automatizadas y en consecuencia, prescindir del humano que las realizaba.

En consecuencia, las personas que sean más efectivas en las actividades menos susceptibles a ser automatizadas, tendrán mayor probabilidad de mantener un empleo.

Las competencias más demandadas en 2022

Hoy, 2018	Subiendo, 2022	Declinando, 2022
Pensamiento analítico e innovación	Pensamiento analítico e innovación	Destreza manual, resistencia y precisión
Solución de problemas complejos	Aprendizaje activo y estrategias de aprendizaje	Memoria y habilidades verbales, auditivas, espaciales
Análisis y pensamiento crítico	Creatividad, originalidad e iniciativa	Administración de recursos financieros y materiales
Aprendizaje activo y estrategias de aprendizaje	Diseño tecnológico y programación	Instalación y mantenimiento de equipos
Creatividad, originalidad e iniciativa	Análisis y pensamiento crítico	Lectura, redacción, matemáticas y escucha activa
Atención al detalle, confiabilidad	Solución de problemas complejos	Administración de personal
Inteligencia emocional	Liderazgo e influencia social	Control de calidad y seguridad
Raciocinio, solución de problemas e ideación	Inteligencia emocional	Coordinación y manejo del tiempo
Liderazgo e influencia social	Raciocinio, solución de problemas e ideación	Habilidades visuales, auditivas y verbales
Coordinación y manejo del tiempo	Análisis y evaluación de sistemas	Uso, monitoreo y control de equipos

Los cuatro pilares de la educación



Las 10 competencias más demandadas, son claramente asociables a los cuatro pilares de la educación de Delors.

- Aprender a hacer – 1, 5, 6, 9, 10
- Aprender a ser – 3, 4, 9
- Aprender a aprender – 2
- Aprender a convivir – 7, 8

4

**El escenario de las competencias
complementarias**

Intuitivo, racional y juzgador

Por lo general, los ingenieros, ya sea en formación o en el ejercicio de la profesión, tienen una clara preferencia por el análisis, la evaluación, el diseño y la solución de problemas.

No son naturalmente creativos y por lo tanto innovadores.

- Pensamiento analítico e innovación
- Diseño tecnológico y programación
- Análisis y pensamiento crítico
- Raciocinio, solución de problemas e ideación
- Análisis y evaluación de sistemas

Poco sensorial, sensible y perceptivo

- Pensamiento analítico e innovación
- Creatividad, originalidad e iniciativa
- Liderazgo e influencia social
- Inteligencia emocional

En contrapartida, los elementos de índole más social y creativa, no le son muy naturales.

Se requiere ser creativo e innovador para que esas mismas competencias le sean atractivas al ingeniero en formación y las desarrolle razonablemente. Así que, si los ingenieros diseñan la formación de ingenieros, es poco probable que se logre lo anterior.

Pero hay que desarrollarlas

Si bien la personalidad típica del ingeniero apreciaría estas competencias como útiles, su aprendizaje requiere procesos más inmersivos.

Tanto la solución de un problema complejo como el aprendizaje activo, requieren de *coaching* y trabajo en equipo multi/interdisciplinarios.

- Aprendizaje activo y estrategias de aprendizaje
- Solución de problemas complejos

Comunicación



Comunicarse con precisión, tanto e forma escrita como oral, tanto en documentos como en presentaciones con apoyos visuales, sigue y seguirá siendo una competencia fundamental – aunque no haya sido incluida en las 10 de mayor demanda por el WEF.

La mala comunicación es la causa de un sinnúmero de problemas en el trabajo y en la vida personal.

Cambios generacionales

No solamente la tecnología y la economía cambian, sino que también lo hace la gente.

Cada generación aprende en las condiciones en las que deben vivir sus padres, desarrollando características que las distinguen.

Profesores y empleadores se enfrentan a estas características generacionales, a las que deben adaptar sus procesos, para obtener su mejor desempeño.

1980-1996

Millenials

1997-2010's

Gen-Z

B

Padres = **Baby Boomers**

X

Padres = **Gen-X**



Crecieron con **economía boyante**



Crecieron con **recesión económica**



Tienden a ser **idealistas**



Tienden a ser **pragmáticos**



Se enfocan a **vivir experiencias**



Enfocados al **ahorro**



Pioneros de los móviles



Nativos de los móviles



Prefieren marcas que **comparten sus valores**



Prefieren marcas que **se sienten auténticas**



Prefieren **Facebook** e **Instagram**

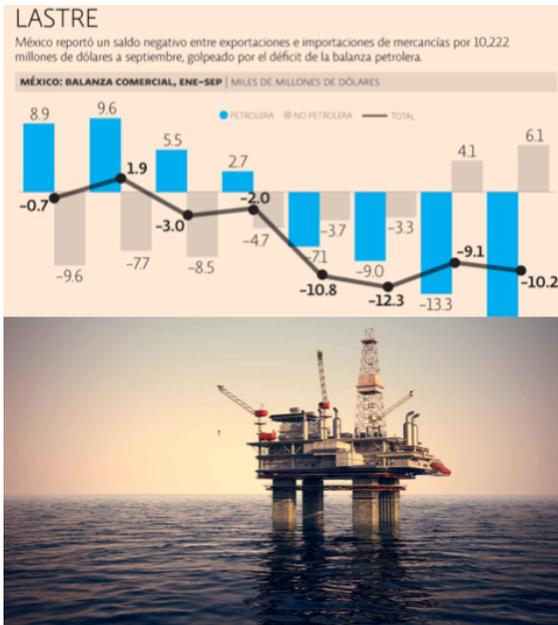


Prefieren **Snapchat** e **Instagram**

5

**Particularidades de México en los
escenarios para los ingenieros**

Mano de obra y recursos naturales



La estrategia socio-económica de México ha sido enfocada a su mano de obra y la explotación del subsuelo.

Exportamos crudo y metales preciosos, así como manufacturas en las que nos limitamos a fabricar y ensamblar – si bien con calidad reconocida por buena.

Importamos gasolíferos, maquinaria, software, procesos de manufactura, franquicias comerciales.

El conocimiento no es parte de la estrategia

Ni el gobierno ni la iniciativa privada nacional reconocen y desarrollan la economía basada en el conocimiento.

En consecuencia, hay mucho más empleo en operación, mantenimiento y ventas que en estudios y diseño.



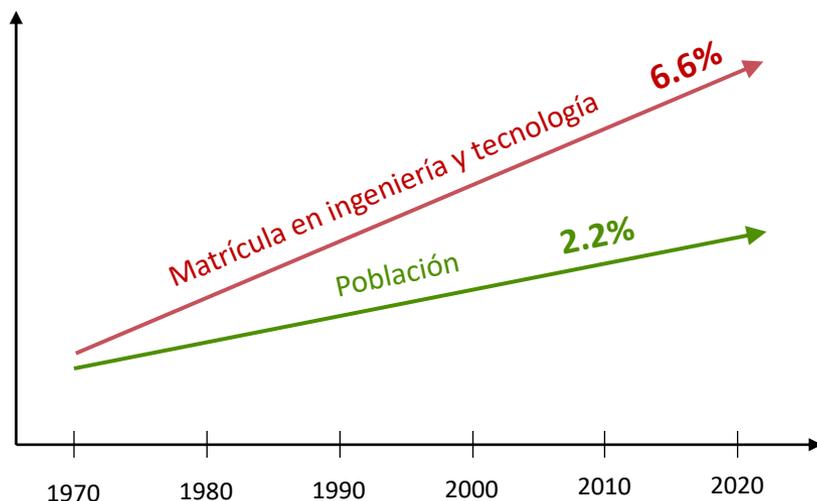
La IED busca disponibilidad de talento

Table 7: Factors determining job location decisions, 2018–2022, by industry

Industry	Primary	Secondary	Tertiary
Overall	Talent availability	Labour cost	Production cost
Automotive, Aerospace, Supply Chain & Transport	Talent availability	Labour cost	Quality of the supply chain
Aviation, Travel & Tourism	Talent availability	Organization HQ	Labour cost
Chemistry, Advanced Materials & Biotechnology	Talent availability	Production cost	Labour cost
Consumer	Labour cost	Talent availability	Quality of the supply chain
Energy Utilities & Technologies	Talent availability	Labour cost	Production cost
Financial Services & Investors	Talent availability	Labour cost	Organization HQ
Global Health & Healthcare	Talent availability	Labour cost	Production cost
Information & Communication Technologies	Talent availability	Labour cost	Geographic concentration
Infrastructure	Labour cost	Talent availability	Production cost
Mining & Metals	Labour cost	Production cost	Talent availability
Oil & Gas	Talent availability	Production cost	Labour cost
Professional Services	Labour cost	Talent availability	Geographic concentration

Source: Future of Jobs Survey 2018, World Economic Forum.

8 veces el número de ingenieros/habitante



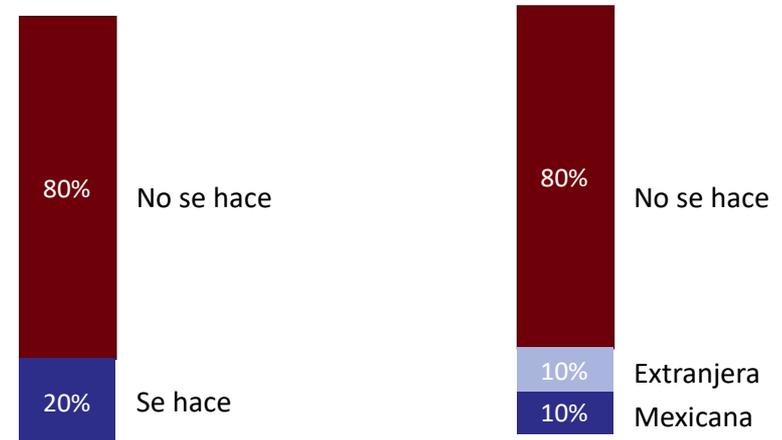
Un fenómeno particular de México es que la matrícula de ingeniería y tecnología ha venido creciendo muy por arriba del crecimiento de la población por 50 años. Por ello ha crecido 8 veces el número de ingenieros por habitante.

Con mayor número, hay más probabilidad de encontrar ingenieros talentosos. Sin embargo, la calidad promedio es inferior a la de países con mejores sistemas educativos.

Pero no se utiliza la capacidad ingenieril

La aplicación de la ingeniería en estudios, diseños, mejoras operativas y mantenimiento preventivo es apenas una quinta parte de lo que se utiliza en los países y empresas desarrollados.

Además, de esa quinta parte, se contrata al extranjero cuando menos la mitad, por lo que la ingeniería mexicana trabaja sólo en el 10% de las funciones en las que la ingeniería puede aportar más valor. En consecuencia, México paga más por sus inversiones productivas y sociales y por el mantenimiento y operación de ellas.



Estudios, diseños, mejoras operativas, mantenimiento preventivo

Retos que requieren suficiente ingeniería



Tenemos muchos rezagos en urbanismo, transporte, educación y combate a la pobreza. Su solución requiere mucha y buena ingeniería. Muchos de esos problemas pudieron haber sido mucho menores, de haberse aplicado suficiente ingeniería en su momento.

El pronóstico laboral no es halagador

La tendencia al desempleo y al subempleo son preocupantes en un escenario de mediano plazo.

Nuevas carreras en *universidades* con bajos estándares de calidad, anuncian un escenario aún más negativo.



Fuga de cerebros



Un escenario probable es un aumento de emigración de personas preparadas, especialmente jóvenes.

Por natural selección, es más probable que emigren los mejor preparados.

6

**Reflexiones finales y
agradecimientos**

Actuar vs. esperar

Cada persona y cada institución tiene la opción de esperar a que los cambios los obliguen a modificar sus acciones, o sintonizarse con el cambio probable y adaptarse desde ahora.

La incertidumbre tiende a paralizar a las personas. Esperemos que muchos de nosotros cambiemos de la parálisis a la acción.



Agradecimientos

Colegas y amigos me enviaron sus propias reflexiones y algunas referencias.

Les agradezco su desinteresado apoyo e interés por el tema, que me fueron muy útiles para estructurar y dar cuerpo a la presentación que di en Veracruz, por invitación de ANFEI y de la que he generado este *slideument*. Yo coincido con notables autores, en que una buena presentación es un mal documento y un documento (bueno o malo) es una mala presentación, por lo que este *slideument* deja documentado el espíritu de la presentación.

Guillermo Aguirre Esponda
Edmundo Arrijoja Loam
Luis E. Castro Castro
Ricardo Curiel Yong
Salvador Echeverría Villagómez
Guillermo Fernández de la Garza
José L. Fernández Zayas
Diódoro Guerra Rodríguez
Armando Guerrero Soto
Adolfo Guzmán Arenas
Salvador Landeros Ayala
Víctor M. López López
Gonzalo Maldonado López Lira
Oscar Monroy Hermosillo
Luis E. Maumejean Navarrete
Bernardo Porta Gándara
Gala M. Roque Domínguez
Humberto Sossa Azuela