

## La ingeniería al servicio de la población más vulnerable

- Introducción
- El paradigma del hambre en el mundo
- El paradigma de la asistencia a los enfermos
- El paradigma de la accesibilidad universal
- Conclusiones

### Introducción

La ingeniería se entiende de distintas formas en distintos países y ámbitos sociales, por eso es difícil encontrar una definición que satisfaga a todo el mundo. Si se define de una forma muy simple es poco precisa, si por el contrario se hace con mayor precisión resulta poco inteligible.

La palabra ingeniero está conectada con ingenio, tanto en el sentido de ideas brillantes, como en el de máquina, pero también en cierto sentido con la palabra ingenuidad.

Para mí, que soy ingeniero español, de la rama agronómica y desde hace más de 30 años profesor de ingenieros, un ingeniero es un profesional que busca soluciones a los problemas del hombre y la sociedad y las lleva a efecto, utilizando su inteligencia auxiliada por la ciencia y la técnica de su época<sup>1</sup>.

Con esta definición, el primer ingeniero fue un hombre de Cromañón, que diseñó un hacha de piedra para cazar o combatir en el paleolítico, aunque formalmente la enseñanza de la ingeniería en escuelas y universidades aparece en Europa a mediados del siglo XVIII. (1)

Desde sus inicios prehistóricos el servicio al hombre y la sociedad que está en su definición, se ha mostrado en dos vertientes, la civil y la militar, muchas veces relacionadas, pues inventos o diseños de ingeniería militar pasaban a tener aplicaciones civiles posteriormente.

A la ingeniería se le han planteado muchos y difíciles retos, a los que ha ido respondiendo de forma paulatina con mejor o peor éxito. Por citar solo dos de estos retos, es un clásico el de hacer volar al hombre, presente en la sociedad desde la mitología griega hasta que por fin en el siglo XX se hizo realidad (o solo parcialmente). Otro hito importantísimo para la historia de la humanidad fue el diseño de la imprenta, en 1454 por Johannes Gutenberg, que facilitó la difusión del conocimiento.

---

<sup>1</sup>Otras definiciones:

1. Hombre que discurre con ingenio las trazas y modos de conseguir o ejecutar algo. (RAE)
2. The application of science and mathematics by which the properties of matter and the sources of energy in nature are made useful to people (M-W)
3. La ingeniería es el conjunto de conocimientos y técnicas, científicas aplicadas al desarrollo, implementación, mantenimiento y perfeccionamiento de estructuras (tanto físicas como teóricas) para la resolución de problemas que afectan la actividad cotidiana de la sociedad. (Wiki)
4. Using science and practical ingenuity, engineers identify problems and find solutions. (Attributes of Engineers in 2020. National Research Council).

El hombre, por el hecho de serlo, protege y ampara a los más débiles de la comunidad, por ello, dentro del vasto campo del servicio a las necesidades del hombre y la sociedad, para la ingeniería siempre ha existido un hueco para la ayuda a los más débiles de la sociedad, a los más desfavorecidos, a los marginados, a la población más vulnerable.

Por ejemplo, los ingenieros egipcios idearon y construyeron las primeras muletas 3000 años antes de Cristo. Las gafas se inventaron en el siglo XI por el ingeniero iraquí Alhacén, y dos siglos después se extendían por Europa de la mano de Bacon, mejorando la calidad de vida de muchas personas con dificultades.

Se podrían citar múltiples realizaciones, pero por la brevedad de mi intervención me fijaré solamente en tres ejemplos paradigmáticos y de mayor actualidad: el fin del hambre en el mundo, la asistencia a la medicina y la accesibilidad universal, que hoy nos convoca.

### **El paradigma del hambre en el mundo**

Desde muy antiguo uno de los problemas clásicos que ha tenido que afrontar la ingeniería ha sido proporcionar alimentos de forma estable y segura a los hombres. Son grandes hitos de la evolución de la ingeniería la domesticación de animales y plantas, dando lugar a la ganadería y la agricultura, la ingeniería de regadíos, con sus ancestros en Egipto y Mesopotamia o más recientemente la mecanización agraria, que ha multiplicado las producciones de alimentos.

Pero en el momento actual el reto es inmenso, la población mundial crece a un ritmo vertiginoso, las naciones unidas auguran 9000 millones de habitantes para el año 2050 (hoy ya somos 7000 millones), lo que significa alimentar 6 veces más habitantes en el planeta que en el siglo XIX. No es por tanto extraño que el número de personas con hambre en el mundo sea tan elevado. Hay que decir que la contabilización de los hambrientos es un tema debatido, pero hoy se aceptan las cifras que da la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación), basadas en las necesidades de energía basal mínima (2).

Hoy día las personas que en el mundo sufren el azote del hambre deben suponer una herida profunda en todos aquellos que sin especial mérito tenemos disponible alimentación suficiente (y en ocasiones claramente excesiva). La lucha contra esta lacra debe comprometer a todas las sociedades que no la sufren, y en especial a los ingenieros.

Según datos de la FAO, en los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo para reducir las cifras del hambre que hace solo veinticinco años eran mucho mayores. En 1990 había 990 millones de hambrientos, que suponían un 23% de la población mientras que en 2015 son unos 780 millones, el 13 % de la población. Aun así, no se ha alcanzado el objetivo marcado en la Cumbre Mundial de la Alimentación de Roma en 1996, cuyo objetivo era reducir a la mitad el número de hambrientos en 2015 (es decir 500 millones) (3).

El papel de la ingeniería, en múltiples facetas (variedades de plantas, mejoras en los sistemas productivos, lucha contra organismos patógenos, comercialización y transporte, etc.) ha sido clave en esta lucha, y se confía en un triunfo definitivo.

Recientemente el Director General de la FAO, José Graziano da Silva ha animado a todos los países a sumarse a esta lucha contra el hambre y confía en que esta generación será la del “hambre cero” a la vista de los logros alcanzados.

Pero, ¿podremos seguir alimentando a todo el mundo en el año 2050? He aquí algunas de las afirmaciones del documento final de la Cumbre Mundial de la Alimentación de Roma:

- “Se calcula que la producción agrícola tendrá que aumentar en un 70 % de aquí al 2050 para alimentar a una población mundial que se prevé que superará los 9000 millones de personas para entonces.”
- “Decidimos: (...) promover nuevas inversiones con objeto de incrementar la producción agrícola sostenible y la productividad de la agricultura”.
- “Reconocemos que incrementar la productividad agrícola es el medio principal para satisfacer la creciente demanda de alimentos dadas las limitaciones relativas al aumento de la cantidad de tierra y agua usada para la producción alimentaria. Trataremos de movilizar los recursos necesarios para incrementar la productividad, incluso por medio del examen, la aprobación y la adopción de biotecnologías y otras tecnologías nuevas e innovaciones que sean seguras, eficaces y ambientalmente sostenibles”

Como puede verse en muchas de estas afirmaciones, los expertos mundiales confían en la ingeniería para alcanzar este gran reto de la sociedad (4).

En un futuro este problema puede encontrar soluciones que hoy se presentan como novedad incipiente, como la producción de insectos con fines alimentarios (entomofagia), dado que los índices de conversión en proteína de estos animales superan a las especies convencionales de mamíferos y aves y su riqueza nutricional es mucho mayor. Además es más sencillo reciclar y proteger el medioambiente con “ganaderías” de insectos que en las convencionales (5).

Otra novedad tecnológica en este campo es la denominada “agricultura de precisión”, mediante la cual todas las máquinas, sensores, dispositivos, robots o drones de una explotación agraria o ganadera pueden estar conectados a una base de datos y a un satélite o un dron, de modo que se optimizan los recursos y tareas de la explotación afinando para cada posición y momento. Es evidente que este nivel tecnológico puede aplicarse al máximo en los países desarrollados, pero también es cierto que se pueden mejorar mucho los rendimientos de pequeñas explotaciones de países subdesarrollados empleando parcialmente la tecnología que se está desarrollando en los países más avanzados. Por ejemplo se puede indicar a los agricultores de una zona el momento de regar o si se aproxima una plaga usando sensores remotos (6).

### **El paradigma de la asistencia a la medicina**

Dentro de las capas más débiles de nuestra sociedad no cabe duda que se encuentran las personas que sufren enfermedades graves, agudas o crónicas, y que siempre han sido objeto de cuidado y atención en las sociedades humanas. Al auxilio de estas personas ha acudido desde siempre la ciencia médica, pero también desde el principio de las civilizaciones, esta ciencia se ha auxiliado de forma creciente de la ingeniería. Diferentes dispositivos y aparatos

para el diagnóstico y tratamiento de los enfermos, acompañan la historia de la medicina. Se dice que el primer caso es una prótesis de un dedo del pie descubierta en una momia egipcia del año 1000 AC. Desde entonces las intervenciones de la ingeniería fueron fundamentalmente en biomecánica (prótesis y ortesis) y en aparatos de diagnóstico (microscopio 1590, fonendoscopio 1816), hasta que en 1960 se implantó con éxito el primer marcapasos

Hoy día existe incluso una nueva rama de la ingeniería, denominada “ingeniería biomédica”, que se ocupa de estos aspectos de auxilio a la medicina en todas sus facetas. Todos somos conscientes de lo que hoy suponen aparatos como los ecógrafos o los TAC y muchos habrán oído hablar de la cirugía láser, la nanomedicina, la biología computacional etc.

Realmente hoy día la medicina sería inviable en la mayoría de sus campos sin la asistencia de la ingeniería biomédica.

Como ejemplo de donde apunta la ingeniería biomédica y sus logros potenciales comentaré brevemente algo sobre la telemedicina. Hoy día ya es posible atender a pacientes a distancia, de muy diversas formas. Lo más sencillo es el caso de pacientes que realizan sus consultas médicas remotamente, incluso de un país a otro. La video-conferencia y la transmisión de los resultados analíticos permiten la teleconsulta y telediagnóstico. Pero se puede llegar más lejos, pues existe la posibilidad de añadir sensores al cuerpo humano (usando, por ejemplo, el teléfono móvil) de forma que es posible vigilar remotamente todos los parámetros y situaciones de la vida diaria de un paciente, digamos una embarazada o un anciano con demencia. La última fase, pero que ya cosecha muchos éxitos es la cirugía a distancia mediante visión artificial y robots teledirigidos (7) (8).

### **El paradigma de la accesibilidad universal**

Los paradigmas anteriores se han presentado fundamentalmente con el objetivo de destacar que el problema de la accesibilidad universal, que es el que nos ocupa en estas jornadas, y su relación con la ingeniería se enmarca en un campo más amplio de actividad de los ingenieros, y no es una anomalía extraña a ellos, sino que forma parte de su actividad ordinaria desde tiempos inmemoriales. Nada más natural que dedicar esfuerzo e ingenio a resolver los problemas de las personas que tienen dificultades para acceder a los mismos lugares y recursos que los demás.

Todos los estamentos y agentes sociales deberían estar comprometidos con el objetivo de dar igualdad de oportunidades a todos los hombres, y en concreto con dar la oportunidad a todos de acceder física y sensorialmente a los mismos lugares y percepción de la realidad.

Entre estos agentes sociales se encuentra el colectivo de ingenieros, a los que hoy nos dirigimos. En el mundo de la ingeniería es bien conocido el concepto de “proyecto”, que significa una transformación de la realidad para beneficio del hombre. La concepción de este proyecto debe hacerse teniendo en cuenta los condicionantes del promotor, pero también muchos otros relacionados con cuestiones legales, del medio físico, cuestiones económicas, ambientales, etc. El éxito del proyecto está muy ligado a que se hayan tenido en cuenta todos estos condicionantes, así como a todos los agentes implicados y sus necesidades. La elección

de la alternativa que mejor satisface todos estos condicionantes y necesidades es la clave de un buen proyecto.

Todo esto viene a cuenta de que el asunto de la accesibilidad universal debe plantearse como un condicionante previo a la realización de todo proyecto de arquitectura o ingeniería, teniendo así en cuenta a TODOS los agentes implicados, sin descartar a nadie. Si esto se hace así, el proyecto será de calidad y si no se hace será un mal proyecto (9).

Es verdad que en muchas ocasiones cuando se habla de accesibilidad universal, en realidad se habla de enmendar un proyecto deficiente, lo que en la mayoría de los casos supone un sobre coste, que habría sido mucho menor si el proyecto se hubiera realizado correctamente desde un principio. Esta es una de las razones que pueden hacer pensar que la accesibilidad universal es costosa, cuando en realidad no lo es tanto.

Un proyecto bien concebido ha de considerar desde un principio los conceptos básicos de la accesibilidad, es decir un entorno amigable para todo tipo de usuarios y una capacidad de uso autónomo de los espacios, los servicios y dispositivos al alcance de cualquier usuario.

La posibilidad de realizar un buen proyecto de esas características se encuentra en ocasiones con dificultades tecnológicas o económicas que la ingeniería ha ido solventando de forma progresiva, y es de prever que seguirá haciéndolo en un futuro. Por poner un ejemplo, hasta que en 1869 se patenta la primera silla de ruedas, las posibilidades de dar acceso a personas con movilidad reducida a determinados espacios eran muy limitadas y dificultosas. A partir de este invento no es posible hacer un buen proyecto de edificación que no contemple la posibilidad de que una silla de ruedas pueda circular por los mismo lugares que lo hacen los peatones.

Otro aspecto importante que quiero destacar en mi intervención es que ninguna de las ramas de la ingeniería puede sentirse al margen de esta necesidad de aplicar el ingenio a dar acceso a todos. Algunos ejemplos de realizaciones en varias ramas de la ingeniería pueden ilustrarlo:

**Ingeniería Civil:** Existen variadísimas realizaciones de esta rama de la ingeniería, pero de las más visibles y conocidas son las que mejoran la movilidad urbana para personas con dificultades, con actuaciones en la pavimentación y diseño de las calles, en señalización y también en los accesos y estaciones de autobuses, metro, taxi, etc. (10).

**Ingeniería Forestal:** Un logro importante en el acceso al disfrute de los entornos naturales lo constituyen las “vías verdes”, antiguas vías de ferrocarril abandonadas que se adaptan para que sirvan de sendas y caminos peatonales. Por su baja pendiente se han convertido en vías preferenciales de paseo para personas con movilidad reducida, y desde el comienzo se planteó su proyecto en este sentido (11).

**Ingeniería Industrial.** Un ejemplo muy interesante es todo el plan de accesibilidad de Renfe, pero en concreto los nuevos diseños de trenes de larga distancia con coche accesible con espacios adaptados para sillas de ruedas, planes de evacuación etc. (12).

**Ingeniería Mecánica y Electrónica.** Quiero presentar aquí los llamados “robots para rehabilitación”, que están ayudando en todo el mundo a personas con dificultades,

permanentes o pasajeras. Los robots ayudan en los movimientos de una forma programada, auxiliando los procesos cerebrales para la rehabilitación. Se usan en brazos, piernas, manos etc. (13).

Ingeniería de Telecomunicaciones. Hay multitud de logros en esta rama de la ingeniería, pero una destacable es la accesibilidad a los dispositivos electrónicos, ordenadores y teléfonos móviles. Por ejemplo la posibilidad de personas ciegas usando el ordenador mediante las capacidades de lectura que poseen los mismos. Aprovecho para recordar que cuando hablamos de accesibilidad no solo nos referimos a la versión física, sino también a la cognitiva y sensorial (14).

Ingeniería Agronómica. El cultivo y cuidado de las plantas tiene efectos beneficiosos para la salud. Así se ha entendido en los últimos tiempos y en todo el mundo se han establecido explotaciones en las que trabajan personas con discapacidades con lo que al mismo tiempo que ejercen un trabajo remunerado, lo hacen en un entorno de trabajo adecuado. El desarrollo de herramientas, maquinarias y técnicas adaptadas facilita estas labores (15).

Ingeniería Naval. Los buques de transporte de pasajeros modernos se proyectan ya con criterios de accesibilidad universal. El reto es extenderlo a otros tipos de embarcaciones y acondicionar los más antiguos (16).

Ingeniería Aeronáutica. Los desarrollos en aviones y aeropuertos y su adaptación a viajeros de todas clases han producido grandes avances en los últimos años, sobre todo a raíz de las directrices de la Conferencia Europea de Aviación Civil en 1955 (17).

Ingeniería de Minas. Las realizaciones más importantes están relacionadas con la protección civil ante las inundaciones: sistemas de alerta universales, procedimientos de evacuación para todos etc. (18).

Este listado no es ni pretende ser exhaustivo, ni en lo referente a las realizaciones ni en lo tocante a las ramas de la ingeniería, que cada vez son más variadas y novedosas.

## **Conclusiones**

A la vista de lo expuesto en los apartados anteriores podemos afirmar que todos los ingenieros están colaborando y están llamados a colaborar en la hermosa tarea de dar igualdad de oportunidades a todos y de servir a la sociedad especialmente en los más vulnerables

Esto no significa que debemos estar satisfechos con lo realizado, pues es todavía mucha la tarea que queda por hacer. El futuro ideal en el que todas las personas tengan asegurado el sustento y disfruten de igualdad de oportunidades independientemente de su nacionalidad y condición está todavía lejano. El buen corazón del ser humano y una educación en valores adecuada ayudarán fundamentalmente en esta tarea.

La tecnología no puede resolverlo todo, pero será una gran ayuda en el futuro para conseguir esos objetivos, si todos no empeñamos en ello.

## Referencias

1. Emmerson, G. S. (1973). Engineering education: a social history (pp. 147-147). David & Charles.
2. Trueba, I. (2006). El fin del hambre en 2025: un desafío para nuestra generación. Ed. Mundi-Prensa
3. FAO.(2015). El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. <http://www.fao.org/hunger/es/>(ultima visita octubre 2015)
4. FAO. (2009). Cumbre Mundial sobre la seguridad alimentaria. <http://www.fao.org/wsfs/wsfs-list-documents/es/> (ultima visita octubre 2015)
5. Mlcek, J., Rop, O., Borkovcova, M., & Bednarova, M. (2014). A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe—a review. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 64(3), 147-157.
6. Auernhammer, H. (2001). Precision farming—the environmental challenge. Computers and electronics in agriculture, 30(1), 31-43.
7. Lowe, S. A., & ÓLaighin, G. (2014). Monitoring human health behaviour in one's living environment: a technological review. Medical engineering & physics, 36(2), 147-168.
8. Monteagudo, J. L., Serrano, L., & Hernández Salvador, C. (2005, December). La telemedicina:¿ciencia o ficción?. Anales del sistema sanitario de Navarra (Vol. 28, No. 3, pp. 309-323). Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.
9. Juncà Ubierna, J. A. (2003). Buenas prácticas en accesibilidad universal. Ingeniería y territorio, (63), 16-23.
10. Guillamón, J. (2003). La accesibilidad, reto profesional y exigencia social. Ingeniería y Territorio, (63), 4-9.
11. Aycart Luengo, C. (2001). Vías Verdes, reutilización de ferrocarriles en desuso para movilidad sostenible, ocio y turismo. Informes de la Construcción, 53(475), 17-29.
12. RENFE. (2015). Plan de accesibilidad universal. [www.renfe.com/docs/plan\\_accesibilidad\\_universal.pdf](http://www.renfe.com/docs/plan_accesibilidad_universal.pdf) (ultima visita octubre 2015)
13. Jezernik, S., Schärer, R., Colombo, G., & Morari, M. (2003). Adaptive robotic rehabilitation of locomotion: a clinical study in spinally injured individuals. Spinal cord, 41(12), 657-666.
14. Cesarano, C., Fasolino, A. R., & Tramontana, P. (2007). Improving usability of web pages for blinds. In Web Site Evolution, 2007. WSE 2007. 9th IEEE International Workshop on (pp. 97-104). IEEE.
15. Hassink, J., & Van Dijk, M. (2006). Farming for Health: Green-care farming across Europe and the United States of America (Vol. 13). Springer Science & Business Media.

16. García Aznárez, F. (2003). La accesibilidad en el transporte. *Ingeniería y Territorio*, (63), 34-43.
17. Fernández Alles, M. T. (2014). Adaptación del transporte aéreo a las necesidades de los turistas discapacitados: el caso de los aeropuertos españoles. *Papers de Turisme*, (51), 22-39.
18. Hemingway, L., & Priestley, M. (2014). Natural hazards, human vulnerability and disabling societies: a disaster for disabled people?. *Review of Disability Studies: An International Journal*, 2(3).