

Océanos de plástico

Santiago Acosta Mendoza

Resumen—No hace ni un siglo que lo usamos y ya forma parte de casi todos los objetos que nos rodean. Difícil de eliminar y muy contaminante, hoy el plástico es un residuo omnipresente en todos los océanos del planeta. Sus desechos se acumulan en el mar y causan la muerte de multitud de especies de fauna marina. Y es que los fragmentos de plástico, infiltrados en la cadena alimentaria, son ingeridos por todo tipo de animales. Aunque probablemente estemos en un punto de no retorno, aún es posible reducir enormemente el problema. Gracias a la ingeniería se vislumbran métodos tanto para recolectar el plástico como para crear nuevos materiales que sean sostenibles y reciclables.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas a los que nos enfrentamos como humanidad es el desarrollo sostenible; cómo seguir avanzando como sociedad de manera que podamos satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro.

Entre los diferentes ámbitos del desarrollo sostenible destaca la gestión de residuos. Décadas y décadas de producción en masa están convirtiendo a la Tierra en un vertedero, perjudicando así la gran biodiversidad de la que goza nuestro planeta.

Uno de los ecosistemas que más está sufriendo es el marino. Estamos vertiendo toneladas y toneladas de plástico al océano cada día, dañando gravemente nuestros océanos. Este trabajo pretende arrojar un poco de luz sobre este problema, atendiendo a las causas del problema, el impacto sobre la biodiversidad y las posibles soluciones que ofrece nuestro campo, la ingeniería.

II. EL PLÁSTICO

Moldeable, resistente, impermeable, imperecedero, económico,... El que fuera uno de los materiales estrella del siglo pasado se ha convertido hoy en un verdadero problema a escala planetaria.

A. Composición

Los plásticos son compuestos formados por largas cadenas de carbono, provenientes del petróleo.

Estas cadenas se llaman polímeros, y están compuestas de unidades idénticas más pequeñas, llamados monómeros. Los químicos combinan varios tipos de monómeros en diferentes

disposiciones para crear una infinidad de plásticos con diferentes propiedades químicas.

La mayoría de plásticos son químicamente inertes y no reaccionarán con otras sustancias, permitiéndonos así almacenar sustancias tales como alcohol, jabón, ácido o gasolina en contenedores sin disolverse éstos. Los plásticos también pueden ser moldeados en una gran variedad de formas, pudiendo así formar parte de casi cualquier objeto que no encontramos en el día a día.

Se estima que desde 1950 se han producido unos 6000 millones de toneladas de este material, suficiente como para cubrir todo el planeta con una envoltura de plástico.

B. El plástico en los océanos

Cuando nos deshacemos de un plástico puede terminar en un vertedero, ser incinerado o reciclado. Algunos, sin embargo, terminan en las vías fluviales y en los océanos a través de los sistemas de drenaje de aguas en zonas urbanas, por el agua que fluye por los vertederos. También proceden de vertidos de basura deliberados, de residuos abandonados, de vertidos accidentales de barcos o bien mediante los efluentes de las estaciones depuradoras y plantas de tratamiento de aguas residuales. De hecho, el 80% de los residuos marinos proviene de tierra, mientras que el 20% restante de la actividad marítima.

Debido a que el plástico es muy resistente y se dispersa fácilmente, podemos encontrar plásticos en todos los océanos del mundo, desde el Ártico hasta la Antártida. No obstante, se han identificado cinco zonas de concentración conocidas como “islas” o “sopas” de plásticos en las zonas subtropicales: una en el Índico, dos en el Atlántico (Norte y Sur) y dos en el Pacífico (Norte y Sur). Estas son zonas de concentración elevada de microplásticos. También, se pueden encontrar altas concentraciones de macroplásticos en las áreas litorales, especialmente en regiones con alta población costera con sistemas de gestión de residuos inadecuados, pesquerías intensivas o turismo elevado.

C. Degradación del plástico

El tiempo de degradación del plástico depende del tipo y de las condiciones ambientales a las que se expone (luz solar, oxígeno, agentes mecánicos).

En el caso de los océanos, la radiación UV procedente de la luz solar es el principal agente que degrada el plástico. La acción del oleaje acelera este proceso y como resultado los fragmentos más grandes se van rompiendo en trozos más pequeños.

Es difícil estimar el tiempo que tarda en biodegradarse el plástico en los océanos pero se considera que es mucho más lento que en tierra.

La duración estimada de desaparición de algunos objetos hechos de plástico en el mar es la siguiente:

- Vaso de poliestireno: 200 años
- Botella de plástico: 450 años
- Pañales: 450 años
- Bolsa de plástico: 10-20 años
- Plástico para bebidas: 400 años

D. ¿Cómo sabemos cuánto plástico hay?

La basura oceánica se puede contar de tres maneras diferentes: campañas de cuantificación en playas, modelos computacionales basados en las muestras recogidas en el mar y modelos basados en la cantidad de residuos que entran los océanos.

Los recuentos más recientes son los que utilizan modelos matemáticos basados en las muestras recogidas. Estos modelos tal vez no llegan a contar toda la basura, pero sin embargo ya nos arrojan cantidades nada desdeñables.

Recoger y contar todas estas muestras es un trabajo meticuloso. Marcus Eriksen, co-fundador del *5 Gyres Institute*, usando muestras conseguidas tras 24 expediciones oceánicas repartidas en cuatro años, llegó a la conclusión que 5.25×10^{12} ejemplares plásticos flotan en nuestros océanos. De éstos, 690 000 toneladas flotan en la superficie.

Las muestras obtenidas durante la Expedición Malaspina que el CSIC llevó a cabo en 2010 señalan a un número similar al obtenido por Eriksen. De todas las muestras recogidas a lo largo del globo, el 80% contenían plásticos. Además, el estudio posterior realizado por Andrés Cózar permitió realizar un mapa de dónde se encuentran las mayores cantidades (Imagen 1). Estas cinco zona son llamados conglomerados y el plástico se acumula allí debido a las corrientes marinas.

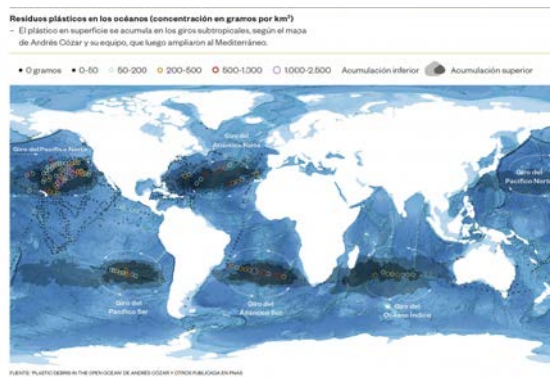


Imagen 1. Fuente:

<http://elpaissemanal.elpais.com/reportaje/contaminacion-marina/>

III. IMPACTO SOBRE LA VIDA MARINA

El plástico supone un grave problema para la vida subacuática. Dejando de lado la multitud de animales que quedan atrapados por el plástico de las latas y otros

desechos parecidos, donde más daño hace el plástico es en la cadena alimentaria marina.

Frecuentemente el plástico se va degradando rompiéndose en trozos cada vez más pequeños, a menudo tan diminutos que son difíciles de ver a simple vista. Unos minúsculos cachitos que los animales confunden con zooplancton. De hecho, Roger Moore, descubridor de la aglomeración del Pacífico Norte, estimó que la masa de fragmentos plásticos presente en esta zona era seis veces superior a la del zooplancton.

Hay hasta veces que los fragmentos son tan minúsculos que hasta el propio plancton lo ingiere. En la imagen 2 se muestra un ejemplar de zooplancton que ha ingerido trozos de plástico (coloreados de verde).



Imagen 2. Fuente:

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3152368/Plankton-eating-PLASTIC-Feasting-ocean-litter-devastate-marine-ecosystems-scientists-warn.html>

Así pues el plástico ha pasado a formar parte de la cadena alimentaria marina. Percebes, peces, tortugas, cetáceos, aves marinas... Se calcula que más de 600 especies ingieren por error pedazos de plástico que confunden con alimento. Unos lo hacen tragándoselos directamente; otros, cuando depredan sobre los anteriores.

Aunque, ya sea por sus costumbres alimentarias o por el lugar donde habitan, hay animales que se ven más afectados que otros por la basura oceánica. Es el caso del albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*), que nidifica en el paradisíaco atolón de Midway, en el Pacífico, y que a pesar de estar a más de 3.000 kilómetros de cualquier lugar habitado, se halla en el epicentro de uno de esos grandes giros de circulación de agua superficial. Cuando los adultos ceban a sus polluelos con lo que ellos creen que son pequeños fragmentos comestibles, sentencian sin saberlo el futuro de sus propios descendientes.

Cada año, un elevado porcentaje de pollos muere por esta ingesta funesta. Ver las carcasas descompuestas de esos jóvenes albatros y observar que todo el contenido estomacal plástico permanece completamente intacto es de esas imágenes que valen más que mil palabras. (Figura 3).



Imagen 3 Fuente: <http://ocean.si.edu/slideshow/laysan-albatrosses%E2%80%99-plastic-problem>

Pero los efectos de los residuos plásticos sobre la biodiversidad van más allá de las áreas donde confluyen cada uno de los cinco grandes conglomerados. También en el Mediterráneo los plásticos proliferan en el estómago de nuestras aves marinas, como evidencia el estudio realizado por un equipo del Departamento de Biología Animal y del Instituto de Investigación de la Biodiversidad, de la Universidad de Barcelona, dirigido por Jacob González-Solís.

El estudio, publicado recientemente, es el primero que cuantifica la ingestión de plásticos en aves marinas en el Mediterráneo. Tras estudiar el contenido estomacal de 171 aves marinas que habían sido capturadas de forma accidental por la flota palangrera, se comprobó que un 66 % había ingerido al menos un trozo de plástico. Entre ellas, especies amenazadas como las pardelas balear y cenicienta, de las cuales un 70 % y un 94 % respectivamente conservaban un promedio de 15 piezas plásticas en su estómago.

De hecho, el problema alcanza tal magnitud que hasta el ser humano está perjudicado por este fenómeno. Hay diferentes maneras por las que el plástico es peligroso para nosotros. La toxicidad directa del plástico viene dada por el plomo, el cadmio y el mercurio. Estas toxinas han sido encontradas en muchos peces en el océano. La molécula Diethylhexyl phthalate (DEHP), contenida en muchos plásticos, es un carcinógeno tóxico.

IV. SOLUCIONES

Una de las principales características por las que nos identificamos los (presentes y futuros) ingenieros es la habilidad para resolver problemas desde el ámbito de la técnica, proponiendo soluciones que sean viables desde el punto de vista económico, social y ambiental a corto y largo plazo.

Así pues, desde el ámbito de la ingeniería, y más en concreto, desde la perspectiva de la ingeniería física, ¿hay algo que podamos hacer para erradicar este problema?

En términos generales solo hay tres cosas que podamos hacer: recoger como sea la basura, repensar nuestra manera de

consumir para que el plástico no llegue directamente al océano y fabricar con otros materiales que sean biodegradables.

A. Limpiando el océano

Limpiar el océano no es nada fácil, más bien todo lo contrario. En primer lugar porque los costes de retirar esas exorbitantes cantidades de desperdicios es inasumible para cualquier nación y encima estas aglomeraciones se encuentran en tierra de nadie.

Además estas áreas tienen una extensión enorme. De hecho, el conglomerado del Pacífico tiene una extensión aproximada de 22 veces la superficie de Cataluña. Pero no solo eso, no es una “isla”, es decir, no es fija, sino que va variando en tamaño y extensión. De acuerdo con la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), agencia estatal estadounidense, limpiar una superficie inferior al uno por ciento del total requeriría que 68 barcos trabajasen 10 horas al día durante todo un año.

Obviamente esta solución es inviable. Pero desde el ámbito técnico ya hay gente que está trabajando en otras opciones. Un claro ejemplo es el joven inventor y proyecto de ingeniero Boyan Slat. Este estudiante, de origen holandés, pensó cuando solo tenía 19 años que no hace falta ir a recoger los restos de plástico si estos *vienen hacia ti*.

El proyecto de Slat, The Ocean Cleanup consiste en instalar en el océano unas redes y un sistema de recogida de tal manera que las corrientes sean las que empujen las que empujen los plásticos hacia los recogedores (Imagen 4).



Imagen 4: Fuente: <http://www.ecowatch.com/boyan-slats-ocean-cleanup-project-launches-historic-first-prototype-at-1891181918.html>

En vez de usar redes, The Ocean Cleanup usa pantallas sólidas que cogen el plástico flotante, pero deja pasar la vida marina por debajo de la barrera a través de la corriente.

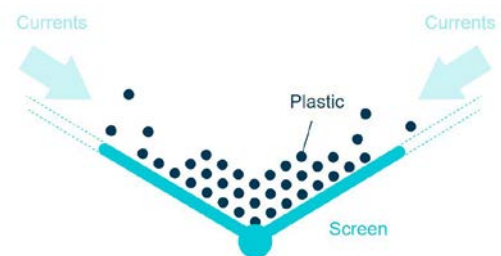


Imagen 5: Fuente: <https://www.theoceancleanup.com/technology/>

Gracias a la orientación de las barreras, fijadas al fondo marino, el plástico será orientado lentamente hacia el centro de la formación, concentrándose así aún más (Imagen 5).

Diversas centrales situadas en los vértices extraen los restos, sienten éstos recogidos y embarcados luego hacia tierra, donde son reciclados.

El proyecto tiene la intención de ser auto-sostenible, ya que la energía de las estaciones proviene de la luz solar y de las propias mareas. Además, se podría sacar beneficio económico de los restos vendiéndolos a empresas especializadas.

The Ocean Cleanup está actualmente en proceso de financiación. El primer prototipo ya está construido y consiste en una red de 100 metros que será probada en el mar Báltico.

Pero aunque ideal, el proyecto de este joven galardonado como uno de los 20 ingenieros jóvenes más prometedores del mundo no es perfecto. De hecho, el plan de Slat ha contribuido a colocar la contaminación marina por plástico en la agenda de los medios de comunicación, las grandes multinacionales y un puñado de países. Pero pese al entusiasmo que genera, varios activistas y científicos creen que, más allá de ayudar a concienciar –algo que le alaban–, todo esto es poco eficaz y caro. En realidad, existe el riesgo de que con ese sistema atrape a numerosos invertebrados que flotan a la deriva, como el zooplankton. Además, el océano es demasiado vasto para limpiarlo y lo que se encuentra muy lejos de la costa es microplástico mezclado con la vida marina.

B. Repensando la manera de consumir y reciclar

La virtud de reciclar ha sido apreciada desde casi siempre. El poder aprovechar un material ya usado para crear uno nuevo ha sido una de las grandes invenciones humanas.

Sin embargo, a fecha de 2015 en Europa solo 26 por ciento del plástico producido fue reciclado, mientras que el 36 por ciento fue utilizado para la producción de energía y el otro 30 por ciento restante fue depositado en vertederos.

Económicamente hablando, reciclar el plástico reduce en un 70 por ciento el coste de fabricación del producto. Las pérdidas por culpa de la presencia de plástico en los océanos suponen a los gobiernos mundiales 13 mil millones de dólares en concepto de turismo y protección de costas. ¿Entonces, si reduce tantos costes, por qué no se recicla más plástico?

La razón radica en la dificultad del proceso de reciclaje en plástico. De hecho, los metales se reciclan en un porcentaje mucho más elevado, cercano al 50 por ciento en muchos metales y del 90 por ciento en caso de alguno concreto como el oro.

Los metales, al tener diferentes densidades, colores y propiedades mecánicas son muy fáciles de extraer. Los plásticos, sin embargo, vienen en multitudes de formatos, colores y separarlos entre ellos resulta bastante complicado.

Aun así la tendencia del reciclaje de plástico está al alza, ya que cada vez la sociedad percibe menos los plásticos como producto de usar y tirar y más como un material totalmente apto para reutilizarlo (véase el ejemplo de las bolsas en supermercados).

Pero la reflexión profunda reside en la manera que tenemos de consumir. El modelo económico actual, como es de sobras evidente, no es sostenible. Consumimos muchos más recursos

de los que la Tierra genera y eso está comportando tanto problemas de logística (por ejemplo se nos acaba el petróleo) como de medioambiente.

Nuestro modelo actual consiste, a grandes rasgos, en extraer materia prima de la naturaleza, procesarla, fabricar, consumir y desechar. Después de consumir el proceso vuelve a empezar, perdiéndose así todos los recursos utilizados en el proceso.

La antítesis y solución a este modelo económico, llamado economía lineal, es la economía circular.

Este modelo se basa en cómo opera la naturaleza. En cualquier ecosistema, los nutrientes consumidos por un particular animal son después reaprovechados al completo cuando muere para que la cadena vuelve a empezar. Es decir, los recursos se mueven en círculos cerrados.

La economía circular pretende pues reproducir la dinámica de la naturaleza, donde no existe el concepto de residuo. Los componentes de los productos se dividen en dos grupos: biológicos y técnicos. Los primeros son "biodegradables" y se pueden reintroducir en la naturaleza cuando su uso ya no sea rentable. Los nutrientes técnicos, en cambio, se diseñan para ser reutilizados una y otra vez, de modo que puedan ensamblarse y desmontarse fácilmente, y contribuir de paso al ahorro de recursos y de energía.

Adoptar este nuevo paradigma es inevitable, ya que la inviabilidad de la economía lineal cae por su peso. Aunque formulada en los años 70, la economía circular está empezando a despegar ahora. Fundaciones privadas como Ellen Macarthur Foundation o COTEC en el caso español la están difundiendo. De hecho, la Comisión Europea ya elaboró un informe de economía circular en 2015.

Gracias a la economía circular evitaríamos en gran medida los residuos, entre estos los plásticos que están siendo arrojados por toneladas cada año a los mares y océanos mundiales. Además, también contribuiría a reducir las emisiones de CO₂ y con esto también le estaríamos haciendo un favor a la fauna marina, ya que los océanos son el principal receptor de la calor producida.

C. Materiales biodegradables

Ingeniería física es una carrera ideal para adquirir los conocimientos imprescindibles que después se aplican a ciencia de materiales.

Así pues, ya que podemos llegar a ser unos expertos en esta disciplina, ¿por qué no preguntarnos si hay algún material biodegradable que pueda sustituir al plástico?

Un buen ejemplo es el uso de papel y cartón para sustituir envases. Pero solo haciendo esta sustitución no solucionaremos el problema.

Un científico español, Javier Fernández, en colaboración con otros científicos del instituto Wyss en la Universidad de Harvard han inventado un nuevo material que puede sustituir al plástico, el *shrilk*.

Llamado así por su composición de proteínas fibroína de seda y de la quitina, comúnmente presente en las conchas de los camarones, fue creado a través de estas complejas interacciones, dando como resultado este diseño laminar único.

Esta creación, es similar en resistencia y dureza a una aleación de aluminio, pero con solo la mitad de peso. Es fácil de moldear en formas complejas, tales como tubos. Al controlar el contenido de agua en el proceso de fabricación, los investigadores fueron capaces incluso variar su rigidez, de elástico a rígido.

Según cuenta el creador al diario El País pasó encerrado 10 horas diarias durante tres meses en la Biblioteca de Zoología de la Universidad de Harvard estudiando el esqueleto externo de los artrópodos. Quería saber cómo está hecha una cáscara de gamba a nivel molecular, un ala, los caparazones de los mejillones, etc.

La invención de este material es un claro ejemplo de cómo llegar a la solución de un problema mezclando varias disciplinas, en este caso la ingeniería y la biología. Los futuros ingenieros no nos podemos cerrar en un campo en busca de soluciones. Personalmente creo que el grado de ingeniería física es un grado ideal para este tipo de invenciones, ya que si por una cosa se distingue es por su interdisciplinaridad.

Aunque el *shrink* es un material con un futuro muy prometedor, aún no es una alternativa real al plástico. Si realmente queremos solucionar el problema del plástico en los océanos deberemos disponer de todas la soluciones habidas y por haber.

V. REFLEXIONES

El plástico en los océanos es uno de los grandes retos a los que, como humanidad, nos vamos a tener que enfrentar en los próximos años.

Aunque ya había oído hablar del tema con anterioridad me ha impactado el punto en el que estamos. Previsiones de la fundación Ellen Macarthur apuntan a que para 2020 habrá en los océanos más toneladas de plástico que de peces. Datos como este y los expuestos anteriormente son realmente estremecedores. ¡Estamos perdiendo la gran biodiversidad que hay en nuestro planeta por una gran diversidad de residuos!

También me pregunto cómo es, como sociedad, que no estamos más concienciados sobre este tema. Tal vez es porque, tal y como apuntan desde WhyMaps en su vídeo “Economía circular: descubre lo que es antes de que reviente el Planeta” estamos ya tan acostumbrados a las malas noticias y datos sobre el pésimo estado de nuestro planeta que nuestro cerebro lo interpreta como ruido y ni siquiera lo procesamos. Hasta que el problema no nos repercuta directamente y tengamos serios problemas de salud como los dados, por ejemplo por la ingestión de *plastipeces*, no nos daremos de la tremenda magnitud del problema.

Es por eso que los esfuerzos institucionales y gubernamentales para prever y concienciar se tienen que aumentar. Campañas tan simples como las de hacernos pagar las bolsas de plástico en los supermercados contribuyen en gran medida a que la sociedad interiorice el valor del reciclaje.

Las soluciones aquí expuestas son muy buenas, pero cada una por sí sola no contribuye a la erradicación del problema. Más que avances tecnológicos, necesitamos avances en la mentalidad de la sociedad, y desde mi punto de vista creo que

eso solo se puede conseguir mediante una educación a conciencia de la sociedad.

Como futuro ingeniero me siento con la obligación de aportar mis conocimientos para ayudar a solventar este y otros de problemas y retos que tiene la humanidad a día de hoy.

Ejemplos como los ya expuestos me sirven de gran inspiración. En todas las soluciones expuestas, la ingeniería tiene un papel fundamental. Desde el uso del ingenio en “Cleanup the Ocean”, pasando por la aplicación de conceptos físicos y biológicos a la economía, hasta la creación de nuevos materiales que sean mejores y causen menos impacto que los que usamos actualmente.

Más concretamente creo que el grado de ingeniería física es idóneo para solucionar este tipo de problemas. Gracias tanto a la gran base fisicomatemática como a la interdisciplinaridad del grado creo que estaremos perfectamente capacitados para enfrentarnos a problemas de casi cualquier índole.

Al hacer este trabajo me he dado de la gran profundidad que tiene este tema. Me habría encantado poder indagar más, por ejemplo, en el proceso de reciclaje y cómo este puede ser mejorado, pero me ha sido imposible dado el corto formato del proyecto. Sin embargo, no descarto investigar más a fondo el tema ya que me han quedado grandes dudas, como por qué, si, según los expertos, es viable económicamente reciclar, no se hace más. También me ha faltado poder investigar el efecto de los residuos plásticos en la tierra y los filtros subterráneos.

Para finalizar este pequeño informe me gustaría acabar con una imagen que resulta totalmente irónica y a la vez ilustra a la perfección la principal causa por la que estamos en la situación que estamos: nuestra gran estupidez como sociedad.



Imagen 6: Fuente:

[http://www.foe.org.au/the_climate_change_hoax_the_greatest_hoax_of_a](http://www.foe.org.au/the_climate_change_hoax_the_greatest_hoax_of_a_ll)
ll

REFERENCIAS

Artículos

[A] M. Eriksen, L. Lebreton, H. Carson, M. Thiel, C. Moore, J. Borerro, F. Galgani, P. Ryan and J. Reisser, "Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea", *PLoS ONE*, vol. 9, no. 12, p. e111913, 2014.

[B] A. Cozar, F. Echevarria, J. Gonzalez-Gordillo, X. Irigoien, B. Ubeda, S. Hernandez-Leon, A. Palma, S. Navarro, J. Garcia-de-Lomas, A. Ruiz, M. Fernandez-de-Puelles and C. Duarte, "Plastic debris in the open ocean", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 111, no. 28, pp. 10239-10244, 2014.

[C] M. Codina-García, T. Militão, J. Moreno and J. González-Solís, "Plastic debris in Mediterranean seabirds", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 77, no. 1-2, pp. 220-226, 2013.

[D] J. Fernandez and D. Ingber, "Bioinspired Chitinous Material Solutions for Environmental Sustainability and Medicine", *Advanced Functional Materials*, vol. 23, no. 36, pp. 4454-4466, 2013.

Artículos Web

[1] "What really happens to the plastic you throw away - Emma Bryce", *TED-Ed*, 2017. [Online]. Available: <http://ed.ted.com/lessons/what-really-happens-to-the-plastic-you-throw-away-emma-bryce#digdeeper>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[2] "Captain Charles Moore on the seas of plastic", *YouTube*, 2017. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=M7K-nq0xkWY>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[3] R. Cho, "What Happens to All That Plastic?", *Blogs.ei.columbia.edu*, 2017. [Online]. Available: <http://blogs.ei.columbia.edu/2012/01/31/what-happens-to-all-that-plastic/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[4] "What is the Great Pacific Garbage Patch?", *Oceanservice.noaa.gov*, 2017. [Online]. Available: <http://oceanservice.noaa.gov/facts/garbagepatch.html>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[5] "How Big Is the 'Great Pacific Garbage Patch'? Science vs. Myth | response.restoration.noaa.gov", *Response.restoration.noaa.gov*, 2017. [Online]. Available: <http://response.restoration.noaa.gov/about/media/how-big-great-pacific-garbage-patch-science-vs-myth.html>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[6] N. Society and N. Society, "Great Pacific Garbage Patch", *National Geographic Society*, 2017. [Online]. Available: <http://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/great-pacific-garbage-patch/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[7] "How Plastics Work", *HowStuffWorks*, 2017. [Online]. Available: <http://science.howstuffworks.com/plastic.htm>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[8] "¿Cómo llega el plástico a los océanos y qué sucede entonces?", *Greenpeace España*, 2017. [Online]. Available: <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Parar-la-contaminacion/Plasticos/Como-llega-el-plastico-a-los-océanos-y-que-sucede-entonces/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[9] "Plankton or Plastic?", *The Fisheries Blog*, 2017. [Online]. Available: <https://thefisheriesblog.com/2015/07/26/plankton-or-plastic/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[10] "Captain Charles Moore, Founder - Algalita | Marine Research and Education", *Algalita | Marine Research and Education*, 2017. [Online]. Available: <http://www.algalita.org/about-algalita/captain-moore/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[11] "Impact of plastics on human health and ecosystems", *News-Medical.net*, 2017. [Online]. Available: <http://www.news-medical.net/news/20100320/Impact-of-plastics-on-human-health-and-ecosystems.aspx>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[12] A. Photograph WaterFrame and S. NG STAFF, "Ocean Trash: 5.25 Trillion Pieces and Counting, but Big Questions Remain", *News.nationalgeographic.com*, 2017. [Online]. Available: <http://news.nationalgeographic.com/news/2015/01/150109-oceans-plastic-sea-trash-science-marine-debris/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[13] R. Photograph Paulo Santos, "5 Trillion Pieces of Ocean Trash Found, But Fewer Particles Than Expected", *News.nationalgeographic.com*, 2017. [Online]. Available: <http://news.nationalgeographic.com/news/2014/12/141211-ocean-plastics-garbage-patches-5-gyres-pollution-environment/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[14] G. Photograph Paul Kennedy, "First of Its Kind Map Reveals Extent of Ocean Plastic", *News.nationalgeographic.com*, 2017. [Online]. Available: <http://news.nationalgeographic.com/news/2014/07/140715-ocean-plastic-debris-trash-pacific-garbage-patch/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[15] R. Photograph Erik De Castro and R. Photograph Arben Celi, "With Millions of Tons of Plastic in Oceans, More Scientists Studying Impact", *News.nationalgeographic.com*, 2017. [Online]. Available: <http://news.nationalgeographic.com/news/2014/06/140613-ocean-trash-garbage-patch-plastic-science-kerry-marine-debris/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[16] G. Photograph Paul Kennedy, "Plane Search Shows World's Oceans Are Full of Trash", *News.nationalgeographic.com*, 2017. [Online]. Available: <http://news.nationalgeographic.com/news/2014/04/140404-garbage-patch-indian-ocean-debris-malaysian-plane/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[17] M. CORRAL and U. S.L.U., "El plástico que llena el océano", *ELMUNDO*, 2017. [Online]. Available: <http://www.elmundo.es/ciencia/2015/02/12/54dd0eb0ca47410e378b456e.html>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[18] "How much plastic is there in the ocean?", *World Economic Forum*, 2017. [Online]. Available: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/how-much-plastic-is-there-in-the-ocean/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[19] "The Facts - Plastic Oceans", *Plastic Oceans*, 2017. [Online]. Available: <https://www.plasticoceans.org/the-facts/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[20] S. Blanco, "Océanos de plástico | Reportaje | EL PAÍS Semanal", *El País Semanal*, 2017. [Online]. Available: <http://elpaissemanal.elpais.com/reportaje/contaminacion-marina/>. [Accessed: 20- Apr- 2017].

[21] Anon, (2017). [online] Available at: <http://www.plasticpollutioncoalition.org/pft/2016/2/10/is-it-time-to-rethink-recycling> [Accessed 20 Apr. 2017].

[22] Biddle, M. (2017). *We can recycle plastic*. [online] Ted.com. Available at: https://www.ted.com/talks/mike_biddle?language=en [Accessed 20 Apr. 2017].

[23] YouTube. (2017). *Economía Circular: descubre lo que es antes de que revienta el Planeta*. #EconomíaCircular. [online] Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=Lc4-2cVKxp0> [Accessed 20 Apr. 2017].

[24] Europa.eu. (2017). *European Commission - PRESS RELEASES - Press release - Economía circular: La Comisión cumple sus promesas, ofrece orientaciones sobre la valorización energética a partir de residuos y trabaja con el BEI para impulsar la inversión*. [online] Available at: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-104_es.htm [Accessed 20 Apr. 2017].

[25] Worldwatch.org. (2017). *Global Plastic Production Rises, Recycling Lags* | *Worldwatch Institute*. [online] Available at: <http://www.worldwatch.org/global-plastic-production-rises-recycling-lags-0> [Accessed 20 Apr. 2017].

[26] YouTube. (2017). *How the oceans can clean themselves: Boyan Slat at TEDxDelft*. [online] Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=ROW9F-c0kIQ> [Accessed 20 Apr. 2017].

[27] The Huffington Post. (2017). *The Economics of Waste*. [online] Available at: http://www.huffingtonpost.com/tom-szaky/the-economics-of-waste_b_9616522.html [Accessed 20 Apr. 2017].

Sostenibilitat econòmica de l'educació

Joan Ariño-Abril del 2017

Abstract —En aquest article s'abordarà l'educació des d'una perspectiva econòmica. Si bé sovint es parla de l'educació plantejant-la amb una finalitat social, aquesta també té una gran importància per la seva vessant econòmica. D'una banda contribueix a formar treballadors necessaris per a l'economia però al mateix temps consumeix una gran quantitat de recursos governamentals i privats. S'hi destina un 4,7% del PIB mundial i un 9,5% del gest públic espanyol, superant en ambos casos el doble de la inversió en investigació i desenvolupament.[1][2] Per tant convé fer una avaluació de la seva sostenibilitat a nivell econòmic per respondre a les preguntes de si l'educació es una area rentable pels governs i individus on invertir, en quina mesura i com ha de fer-se aquesta inversió de la manera més sostenible possible.

I. PREFASI

Que puc fer com a enginyer de cara a millorar l'educació? Aquesta és la pregunta que he entès que havia de respondre en aquest article. Tot i això, l'escrit segueix una línia lleugerament diferent. No tracta dels possibles recursos tecnològics amb els que es puguin fer classes interactives o com informatitzar una escola, ja que considero que les classes de text i els llibres de text són eines efectives per ensenyar. Idees personals a part si penso en les ofertes de feina a les que aspirem com a enginyers físics, si bé és cert que moltes són companyies tecnològiques també hi ha moltes companyies interessades en el nostre perfil d'un altre tipus: consultories. Entenc que aquestes empreses no busquen la nostra capacitat per dissenyar circuits o resoldre equacions diferencials, però simplement per la nostra suposada capacitat crítica, d'extreure conclusions de les dades. Aquí he intentat fer quelcom similar, fixar-me en el segon apartat de sostenibilitat i aplicar-lo a l'educació, fer-ne un anàlisi. Invertir en educació és profitós pels individus? I per als governs? En quina mesura? S'hi és així, quins són els mecanismes més efectius per

fer-ho? Aquí es preten resumir respostes que economistes, probablement ignorats, han donat partint d'anàlisis de dades.

II. INTRODUCCIÓ

Existeix una àrea de l'economia, convenientment anomenada economia de l'educació, que tracta les preguntes prèviament formulades. La inversió en educació per un govern pot ser considerada com una forma més d'inversió: de la mateixa manera que una empresa adquireix maquinària amb la intenció que aquesta màquina sigui capaç de produir uns beneficis addicionals per l'empresa que sobrepassin els seus costos, podem considerar que un estat inverteix en educació per augmentar el capital humà i que amb el temps l'increment de producció degut a aquest capital humà retorni amb beneficis aquesta inversió. Clarament la finalitat de la inversió en educació no pot ser merament econòmica, l'educació d'una societat té un valor intrínsec, però durant aquest article s'estudiarà des d'un punt de vista purament monetari. Aquesta inversió prové de diverses fonts, d'una banda tenim la governamental que representa el 4,7% del PIB mundial, però també tenim la inversió privada de forma directa, com pot ser en el nostre país la compra de material escolar o el pagament de les taxes acadèmiques. Aquest compte encara no és complert perquè cal considerar que l'estudiant durant el període que s'està formant no està produint i això també representa, encara que sigui de forma indirecta, un cost. Aquest total resulta més difícil d'estimar però es calcula que en la Unió Europea els costos derivats de l'educació representen un 10% del seu PIB.

Tot i aquests grans costos cal considerar que l'educació causa un increment en la productivitat notable. Des de la revolució industrial l'automatització laboral ha sigut un procés constant que ha reduït de forma notable la necessitat de mà d'obra en sectors que requerien poca formació. Com a conseqüència l'alfabetització, la competència bàsica amb ordinadors i fins i tot l'educació superior són elements indispensables per optar a molts llocs de treball.

III. EFECTES DE LA INVERSIÓ EN L'ÀMBIT INDIVIDUAL

Ha estat calculat que en els Estats Units cada any d'escolarització incrementa el nivell d'ingressos de

Association between average math performance in PISA 2003 and cumulative expenditure on educational institutions per student between age 6 and 15, in US dollars, converted by purchasing power parities.

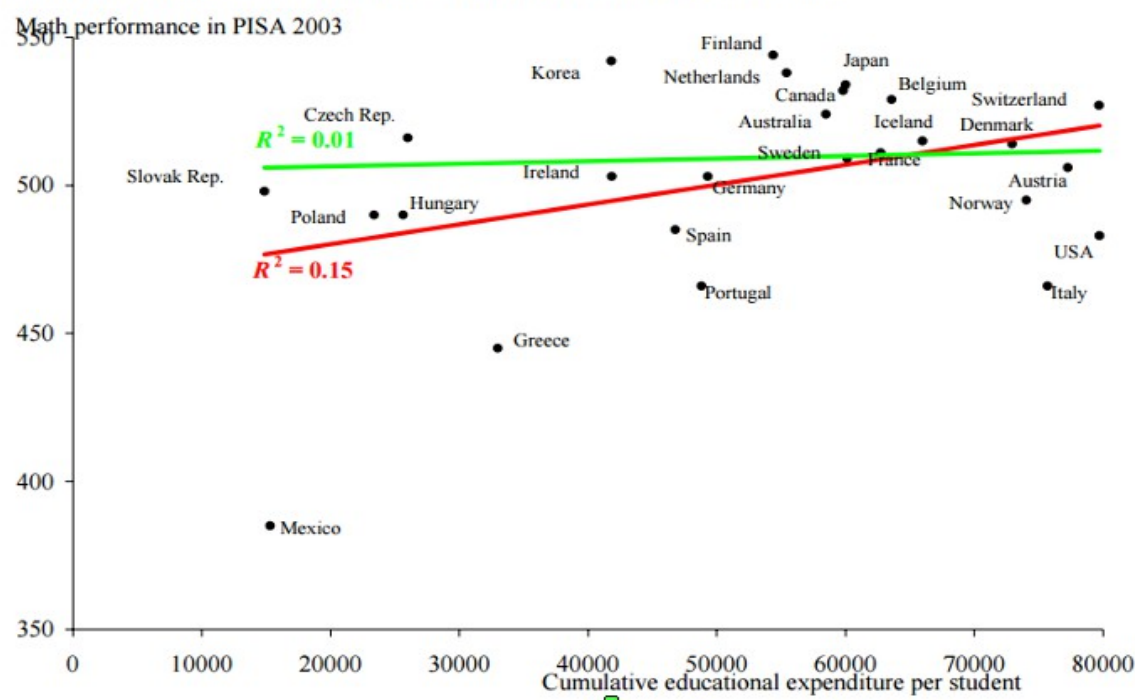


Figura 1 [6]

forma notable: es veu incrementat un 13% anual durant els primers 4 anys, un 10% anual durant els següents 4 i un 6% a partir d'aquí. Així doncs de mitjana algú amb una formació de 12 anys guanya 3 vegades més que algú sense escolarització. En els països de la zona euro, aquesta correlació és lleugerament inferior però similar.

Aquestes dades, si bé mostren correlació entre la formació rebuda i el sou que la gent reb no permet afirmar una relació de causa conseqüència entre inversió en educació i productivitat. Per exemple, no seria desbaratat pensar que simplement el sou i l'educació rebuda depenen d'un factor comú, la renda de la família en la que un individu neix.

Existeixen altres estudis que indiquen que dins d'una mateixa família aquells individus que tenen períodes de formació més llargs guanyen un sou major al arribar a la vida adulta. Un cop més ens trobem amb que aquesta dada segueix sense ser definitiva que el sou i el període de la formació acadèmica podrien dependre de les habilitats del individu, i no ser conseqüència l'una de l'altra. Els estudis que podem considerar més conclusius són els que comparen els sous en funció de la inversió que han fet famílies d'un mateix nivell socioeconòmic. El retorn estimat representa l'1,1 del cost invertit.

Així doncs podem considerar que a escala personal i familiar la inversió en educació és econòmicament sostenible. [3][4][5]

EFFECTES DE LA INVERSIÓ PÚBLICA

Fins ara hem analitzat les conseqüències a escala individual de la inversió en educació, però convé analitzar-les també a nivell col·lectiu. Resulta difícil treure conclusions a partir d'un sol país. El creixement econòmic d'un país no depèn només de la inversió en educació que s'hagi fet en els anys anteriors, factors polítics i històrics també tenen un fort impacte. El nivell educatiu assolit és probablement una mesura molt més directa de l'impacte que té la inversió en educació. Estudiem el seu efecte amb les figures 1 i 2.

La figura 1 compara la despesa per estudiant en educació en l'eix horitzontal amb els resultats que s'obtenen a l'informe PISA de matemàtiques. La línia vermella mostra la possible correlació considerant tots els països i ens mostra com aquesta és quasi inexistent. Si a més considerem Grècia i Mèxic com outsiders obtenim la correlació de la línia verda, que de forma pràctica podem anomenar plana. En qualsevol dels casos sembla que invertir més educació no porta a efectes pràctics una millor formació.

La figura 2, ens porta a pensar pel mateix camí. Tenim representats els països desenvolupats, ja que són dels que tenim dades històriques sobre els

Association between change in student performance (1994/95 relative to 1970) and change in educational expenditure (average annual rate of change of real educational expenditure per student between 1970 and 1994/95 in per

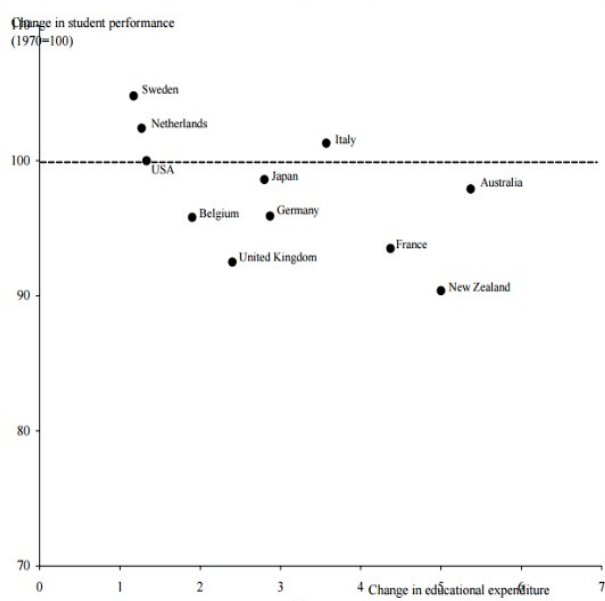


Figura 2 [6]

resultats acadèmics i en representem la seva millora en funció del canvi anual mitjà d'inversió en educació. En aquest cas sembla que la correlació és directament, negativa.

De forma similar, anàlisis centrats en els efectes de reduir la mida de les classes indiquen que no existeix una correlació significativa entre aquestes i el nivell acadèmic assolit pels estudiants.

Tot això podria interpretar-se de forma simplista com que la inversió no té un efecte significatiu sobre el rendiment dels estudiants, però de fet només indica que de forma històrica, en els països del nostre entorn europeu aquest efecte no ha existit de forma global. A més, aquestes figures ens marquen la incidència de la inversió acadèmica en els resultats acadèmics. Els efectes sobre l'economia poden ser diferents. S'ha estudiat, per exemple que als estats dels Estats Units amb major inversió pública en educació primària apareix una major equitat social i la població reclusa jove tendeix a disminuir, així com el cost que el manteniment de presons representa a l'estat. [7]

Tot i això amb aquestes dades es pot observar que en el primer món les diferències sobre l'impacte personal i global que té la formació són evidents. Si bé clarament l'increment de formació d'un individu li permet augmentar de forma personal el nivell d'ingressos, no és tan evident que l'increment de pressupost d'un govern en l'educació hagi de causar que els ciutadans estiguin millor formats i que siguin capaços de produir més. Per explicar aquesta aparent contradicció entre els efectes personal i global de l'educació podem recórrer a la teoria econòmica de

senyalització: "signaling". Aquesta teoria està basada en el concepte econòmic de la informació assimètrica, que exposa les limitacions del lliure mercat. Segons la teoria econòmica de la senyalització, un empresari s'exposa a un risc al contractar un treballador: la majoria de països tenen l'acomiadament regulat i si el treballador no és capaç de fer la seva feina amb eficiència tant mantenir el treballador en el lloc de treball com fer-lo fora suposarà un cost per l'empresari. D'acord a aquesta teoria, l'educació serveix per senyalitzar a qui contracta les capacitats que tenen els diferents aspirants. Una carrera, un master o qualsevol diploma en general demostra que l'aspirant és treballador, tenaç i capaç d'aprendre. Aquestes són qualitats que l'empresari busca en un treballador i per tant contractarà més sovint, per millors sota aquelles persones amb un diploma universitari que els que no en tinguin. Cal notar que l'educació, el procés d'obtenir un certificat acadèmic no necessàriament han d'haver aportat res al futur treballador de cara a la feina que realitzarà. Les qualitats positives que busca el contractador poden ser inherents en l'aspirant i la formació rebuda pot no ser rellevant (per exemple per ser massa teòrica), en la feina a la qual s'aplica, però el sol fet d'haver passat per aquest procés d'aprenentatge, revela, "senyala" a l'empresari una serie de qualitats positives.

Amb aquesta teoria esdevé raonable l'aparent contradicció entre els efectes de la inversió a nivell personal i a nivell col·lectiu. A nivell personal l'educació fa que l'empresari consideri un aspirant com més vàlid, i en canvi a nivell col·lectiu un període de formació més llarg pot no contribuir a una major productivitat: simplement quan tothom hagi assolit el nivell educatiu de grau, l'empresari buscarà aquells que tenen nivell de master. [8]

ÉS DONCS LA FORMACIÓ IRRELLEVANT?

No. Fins ara els gràfics que hem observat parlaven principalment de països del 1r món, desenvolupats i hem tret conclusions en funció d'aquests. A més suposar que existeix una relació lineal, més o menys comú entre els diferents països que permet relacionar la inversió en educació i un increment en la productivitat resulta suposar un model massa simple. No considera la heterogeneïtat dels diferents països ni cap tipus de factors externs. Si busquem un model més general, dividint els països en 3 grups, en funció del seu nivell educatiu, els resultats són força diferents per cadascun d'aquests 3 tipus de països. En els països amb un nivell d'educació menor la

inversió en aquesta àrea estava correlacionada amb un increment amb el creixement econòmic. Pels països amb un nivell educatiu mitjà aquesta correlació resulta ser més dèbil, i finalment pels països amb el nivell educatiu major s'arriba a què una major inversió econòmica té una correlació negativa amb el creixement. Aquestes dades són coherents amb la teoria econòmica d'inversió en una determinada àrea. Si la inversió inicial és molt petita un augment d'aquesta suposa un increment notable de l'eficiència. El retorn relatiu es va reduint conforme augmentem la inversió, i finalment el retorn satura i una major inversió només comporta una despesa major. Pensem per exemple en la decoració d'una oficina: invertir en posar una planta pot millorar la satisfacció i productivitat dels treballadors, però probablement l'impacte que tindrà la primera planta sobre l'eficiència serà major que el de la tercera planta. Finalment afegir més plantes ja no tindrà cap impacte, i en canvi només representarà costos per l'empresa. [9]

COM HA DE SER LA INVERSIÓ PER TAL DE SER PROFITOSA?

El fet que en els països desenvolupats històricament una major inversió en educació no hagi causat efectes clars positius no implica que l'educació no tingui importància. Segons un estudi realitzat a les escoles dels Estats Units, comparant el nivell de formació final adquirit dels alumnes que havien cursat tota la primària amb un únic professor, existeix una correlació significativa entre el professor concret i els resultats a la llarga dels seus alumnes. Tot i això quan es va intentar trobar una correlació entre el nivell educatiu i una característica quantificable del professor, anys d'experiència, nivell salarial, sexe o edat cap d'aquestes característiques semblaven imposar una correlació significativa. Sembla doncs que trobar com educar no és fàcil: existeix un factor determinant que és la qualitat del professorat, però la quantificació d'aquesta no és fàcil.

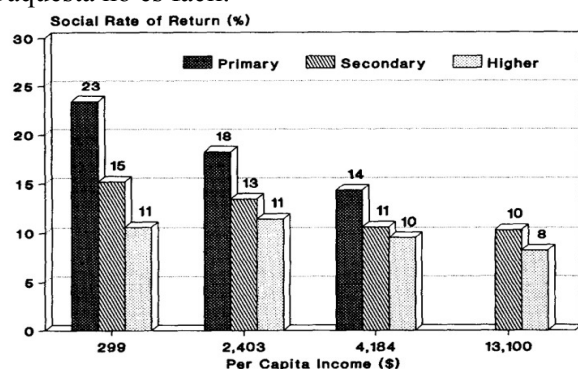


Figura 3 [10]

Fixem-nos doncs en els efectes que té la inversió en educació en funció de l'àrea en la que s'inverteixi. (Figura 3) Aquesta taula que ens mostra l'impacte que tenen la formació primària (dels 3 als 12 anys), secundària (dels 12 fins als 18 anys) i terciària (a partir dels 18 anys), sobre la població dels estats units, ens mostra resultats interessants. D'una banda és rellevant que l'impacte per inversió és més important per les famílies amb pocs recursos. A més, mostra que l'impacte és més important en la formació primària que en la secundària i en la secundària que en la terciària. Aquest fet ha estat explicat per diversos economistes com l'Andreu Mas Colell a partir del fet que l'educació primària, i en menor mesura la secundària repercuteix de forma equivalent en tots els sectors de la societat, contribuint a una major equitat. En canvi la població que accedeix a la universitat acostuma a provenir de famílies amb més recursos, que són capaces d'assumir per si mateixes els costos derivats de la formació superior. Així doncs les inversions públiques en beques en funció de renda familiar a Espanya han demostrat ser més eficients millorant el rendiment escolar que la baixada generalitzada de taxes. Sorprenentment el retorn econòmic de la inversió en escoles bressol també és dels més alts: fa possible que famílies amb pocs recursos no hagin de tenir cura elles mateixes de les criatures, escapçant en molts casos la trajectòria professional de la dona. [11][12]

CONCLUSIONS

El sector educatiu resulta ser sostenible econòmicament, sobretot a nivell familiar i en països en vies de desenvolupament on és imprescindible per tal d'afavorir el seu creixement. En els països ja desenvolupats no és evident que qualsevol increment en el pressupost educatiu sigui rendible però en particular les beques, l'educació primària i el parvulari resulten àrees marcadament més profitoses.

FONTS CONSULTADES

- [1] <http://www.datosmacro.com/estado/gasto/educacion/espana>
- [2] http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/how_much_do_countries_invest_in_rd_new_unesco_data_tool_re/
- [3] Checchi, Daniele. *The economics of education: Human capital, family background and inequality*. Cambridge University Press, 2006.
- [4] Hall, Robert E., and Charles I. Jones. "Why do some countries produce so much more output per worker than

others?." *The quarterly journal of economics* 114.1 (1999): 83-116.

[5] https://en.wikipedia.org/wiki/Education_economics

[6] Organisation for Economic Co-operation and Development (2004), pp. 102 and 358

[7] Hanushek (2003), Wößmann

[8] [https://en.wikipedia.org/wiki/Signalling_\(economics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Signalling_(economics))

[9] Krueger, Alan B., and Mikael Lindahl. *Education for growth: Why and for whom?*. No. w7591. National Bureau of Economic Research, 2000.

[10] Psacharopoulos, George. "Returns to investment in education: A global update." *World development* 22.9 (1994): 1325-1343.

[11] <http://www.ccma.cat/324/mas-colell-planteja-que-lincrement-de-taxes-universitaries-repercuteixi-en-mes-beques/noticia/1091526/>

[12] Rolnick, Art, and Rob Grunewald. "Early childhood development: Economic development with a high public return." *The Region* 17.4 (2003): 6-12.

L'aigua, un bé essencial a disposició de pocs (Abril 2017)

Arnau R. Marc, estudiant, *UPC*

Abstract—En aquest treball tractaré sobre com ens veiem afectats per el recurs de l'aigua i la seva gestió. Exposaré quins són els objectius de la UNESCO per tal de millorar el tema i aprofundiré una mica en cada un. Després parlaré sobre un projecte relacionat amb el tema i faré un cop d'ull a empreses catalanes per veure si compleixen les condicions de sostenibilitat. Finalment el lector o lectora trobarà les conclusions a les quals he arribat.

I. INTRODUCCIÓ

VIVIM en un planeta on les tres quartes parts d'aquest estan formades per aigua, tanmateix només un 2.5%^[1] d'aquesta és dolça i no tota s'aprofita. L'aigua és un bé escàs i un recurs indispensable^[2], per això el seu control i disposició ha estat motiu de lluites entre pobles d'arreu del món. De totes maneres, tot i ser tan essencial, no totes les persones del planeteta disposen d'ella; hi ha països on l'aigua dels rius i llacs està tan contaminada que els peixos suren morts^[3] a la superfície i per tant n'és impossible el seu consum i utilització.



Fig 1. Font: Diari Ara.
http://www.ara.cat/fotografies/rius-contaminats-residus_5_1024147577.html

Però aquest no és l'únic problema, a l'Àfrica, per trobar aigua potable, la gent ha de caminar fins a pous llunyans i fer cua al pou mentre la resta

de persones que han arribat abans estiguin

servides, un llarg procés, feixuc i que mai els garanteix que puguin tornar a casa amb aigua.

Aquest és només un dels disset motius que van impulsar a la ONU a crear el projecte de Sustainable Development Goals. Bàsicament consisteix en disset temes que són claus de futur per aconseguir un món millor, amb menys desigualtats (tan de gènere com de riquesa), amb educació per a tothom, on es preservin ecosistemes, on es trobin mètodes per reduir contaminacions, etc.

Més concretament, en les següents línies em centraré en parlar sobre el tema relacionat amb l'aigua neta i el sanejament.

II. IL·LUSTRACIÓ DEL TEMA AMB DADES

Per començar, em pregunto per què la ONU va decidir incloure aquest objectiu, per això he cregut necessari informar-me sobre els problemes que genera aquest tema, de fet, les següents informacions són de la mateixa ONU i responen la meua pregunta.

Tot i que s'ha millorat respecte a dècades passades, avui en dia encara hi ha 663 milions^[4] de persones que no tenen accés a aigua potable i algunes que si que hi tenen accés corren risc de quedar-se'n sense, ja que, en alguns rius el consum d'aigua és més gran que la recarrega, fet que provoca el seu esgotament. Ara bé, també hi ha persones amb excés a aigua però no potable. Aproximadament uns 1.800 milions de persones utilitzen fons d'aigua que estan contaminades per excrements; la causa és que moltes d'aquestes persones no disposen de llocs apropiats per dipositar els seus residus fecals i si ho fan a l'aire lliure els aquífers acaben sent contaminats. Això és un problema doble perquè l'aigua que s'usa per regar els conreus si conté residus i està contaminada les plantacions acaben morint, a més, d'altra banda uns 1.000 nens i nenes moren cada dia per culpa de malalties relacionades amb l'aigua no potable que usen. Fins ara observem que aquests problemes afecten només a països pobres o en vies de desenvolupament, i és veritat, la gran majoria si, però si aprofundim podem adonar-nos de que quasi tots els països del món generen contaminació de l'aigua, la diferència està en si uns la poden tractar i altres no. Tot i així més del 80% de les aigües residuals s'aboquen als mars del planeta d'aquesta manera generalitzant el problema a tots els països, ja que enverinant l'ecosistema que ens dona menjar ens estem enverinant a nosaltres mateixos.

Per tant veiem que l'aigua suposa uns problemes generalitzats i que incumbeixen a tothom. Aquest és el motiu per el qual la ONU va decidir incloure-la en un dels seus disset objectius.

III. ACTUACIÓ DE LA UNESCO

Davant de tot el seguit de problemes vistos anteriorment, la UNESCO va decidir actuar. El 1975 va fundar el Programa Hidrològic Internacional, en sigles PHI. El PHI^[5] té l'objectiu millorar el control de l'aigua, aprendre a controlar les diferents fons i recursos d'aigua i a més incentiva la investigació a nivell de ciències hidrològiques (com ara sanejament). Per dur a terme d'una forma apropiada aquest programa, es va decidir dividir-lo en fases de 6 anys, avui en dia estem a la fase VIII.

Podem resumir la fase actual com l'assoliment de la seguretat hídrica, ja que es pretén investigar en l'àmbit social i econòmic dels diferents pobles per tal d'així millorar l'adaptació que els suposaran els canvis relacionats amb la disposició de l'aigua.

Per complir aquesta fase s'han marcat una sèrie d'objectius en els quals s'ha de focalitzar i intentar millorar o solucionar. Aquests són:

- 1) *Desastres relacionats amb l'aigua i canvis hidrològics*
- 2) *L'aigua subterrània en un medi ambient canviant*
- 3) *Abordar l'escassetat i la qualitat de l'aigua*
- 4) *L'aigua i els assentaments humans en el futur*
- 5) *Ecohidrologia: creació d'harmonia per a un món sostenible*
- 6) *Educació i cultura de l'aigua: clau per a la seguretat hídrica*

Aquesta fase serà complicada de dur a terme ja que serà implementada de forma diversa ens els diferents països, per aquest motiu requerirà que les entitats de cada regió es coordinin al màxim amb els organitzadors del PHI.

Seguidament explicaré els temes en els que es vol focalitzar i solucionar.

A. *Desastres relacionats amb l'aigua i canvis hidrològics*

La població mundial creix cada dia, això genera que moltes persones hagin de buscar altres llocs per viure ja que en algunes àrees hi ha sobrepoblació^[6]. Aquesta gent obligada a desplaçar-se moltes vegades acaben instal·lant-se en llocs on la probabilitat de que succeeixin desastres naturals és més alta. Els desastres en els quals ens centrem són els ocasionats per l'aigua i un exemple en són els pobles que viuen a prop de zones que són susceptibles a ser inundades.

Llavors, el que es planteja és aconseguir predir els comportaments de la natura perquè així la gent es pugui adaptar a les noves zones. Per portar a terme això s'han d'entendre els processos naturals de l'aigua, poder generar prediccions a partir de les dades obtingudes, dissenyar plans d'actuació davant de certs esdeveniments per tal de millorar la presa de decisions en cas d'emergència i també s'ha de motivar més la transmissió d'informació als governs polítics perquè així sàpiguen com gestionar-ho.

B. *L'aigua subterrània en un medi ambient canviant*

Es parla poc de les aigües subterrànies^[7] i en canvi formen la major part d'aigua dolça líquida del planeta. Moltes persones en depenen ja que en zones àrides o poc accessibles l'única forma d'aconseguir aigua dolça és mitjançant pous.

Durant els últims 50 anys s'ha avançat força en el coneixement d'aquest recurs, però encara queda molt per fer ja que alguns sistemes aquífers són molt complexes i s'han d'estudiar amb cura, cada cop hi ha més contaminació i per tant més riscos d'embrutar llacs subterranis i una demanda que no para de créixer.

Per tal de solucionar tots aquests temes, és proposa intentar millorar la gestió de les aigües subterrànies, estudiar la seva recarrega, promoure la protecció d'aquests recursos aquàtics igual com es fa amb una gran part dels de la superfície i mirar

de com afrontar el tema de la recarrega d'aquests.

C. *Abordar l'escassetat i la qualitat de l'aigua*

Tècnicament, no hi ha escassetat d'aigua dolça de moment, de fet l'abastiment de tot el planeta és possible, el problema està en que l'aigua està molt mal repartida^[8]. Mentre que a països hi ha persones que lluiten cada dia per aconseguir-ne, n'hi ha d'altres, on en posseeixen més, que la contaminen i no la gestionen de la manera correcta o altrament que no disposen de les estructures necessàries per aprofitar-la.

L'escassetat de l'aigua és un tema major en molts països i actualment representa el problema socioeconòmic i humà més important a resoldre. Tot i això hi ha països que contribueixen contràriament a resoldre el problema, això és perquè no es té en compte que si no s'usa correctament aquest recurs el medi ambient es veu afectat i la qualitat de l'aigua disminueix. Tot això provoca riscos de salut a la població; les principals causes en són l'ús de fertilitzants, plaguicides, concentració de població en zones proveïdores d'aigua dolça, etc.

La UNESCO per mirar de solucionar-ho, fa unes propostes ambicioses. Primer de tot creuen que s'ha de millorar el control i assignació dels recursos hídrics la qual cosa torna implicar la interacció amb governs i localitats, també es basen molt en la conscienciació dels pobles sobre els problemes i les seves causes i volen promoure eines innovadores per a la seguretat del abastiment d'aigua així exercint control sobre la contaminació.

D. *L'aigua i els assentaments humans en el futur*

Actualment hi ha mil milions de persones que no tenen accés a fonts d'aigua i més de 2,600 milions que no disposen d'un sanejament bàsic, el fet rellevant és que quasi totes aquestes persones viuen en ciutats^[9]. Per aquest motiu és necessari desenvolupar noves formes de control dels recursos hídrics per a les ciutats del futur, i per assolir-ho es proposa aconseguir els canvis mitjançant nova recerca en tecnologies i disseny de totes les màquines que treballen per aprofitar recursos hídrics o bé sanejar-los, gestió integrada^{[10][11]} de totes les parts de la vida de l'aigua a les ciutats, conscienciar les autoritats perquè apliquin aquests canvis i millores, fer que a les ciutats en vies de desenvolupament aquests plans s'apliquin des d'ara el començament per tal de no haver-los d'arreglar com ara es fa amb ciutats ja consolidades^[12] i ajudar al desenvolupament de tots aquests objectius a les àrees rurals que normalment al tenir baixos i ingressos i poques infraestructures doncs són les que més pateixen^[13].

E. *Ecohidrologia: creació d'harmonia per a un món sostenible*

Com ja he comentat amb anterioritat, la població humana està en un constant creixement, i conseqüentment es necessiten més recursos. Aquest fet provoca que gran part del paisatge que veiem al dia a dia s'hagi convertit en sòl agrícola amb àrees urbanes entremig^[14]. Això genera problemes mediambientals ja que la matèria orgànica i la biomassa es

veuen notablement reduïdes la qual cosa comporta canvis en el cicle hidrològic de l'aigua i al final tant la vida animal com la humanitat se'n veuen afectades.

Per minimitzar tots aquests efectes al màxim es poden emprendre varies accions de les quals la més difícil i important és una reducció d'energia i matèria per PIB. També n'hi ha d'altres en fase de desenvolupament que consisteixen en millorar els recursos hídrics, la biodiversitat i el serveis del ecosistema per a la societat com bé poden ser l'aprofitament d'aigua de la pluja.

F. Educació i cultura de l'aigua: clau per a la seguretat hídrica

Aquest objectiu no és un problema que s'ha de solucionar, simplement és la manera d'assegurar la continuïtat i progrés en els diferents projectes: la conscienciació^[15]. Assolir els objectius vistos no serveix de res si després no duren en el temps, per això és important que durant els ensenyaments (des de primària fins a secundària) es mostri als estudiants els problemes relacionats amb els recursos hídrics per tal d'així conscienciar-los sobre el tema i que en un futur puguin fer-ne una gestió sostenible. A més, la intenció és també dotar de una visió multidisciplinària als diferents especialistes en ciències, enginyers i enginyeres per tal de formar-los de manera que prenguin decisions responsables envers el medi ambient en les seves futures feines. I com a últim propòsit, però no menys important, tenim l'educació per a la cooperació i el govern de les aigües transfrontereres, que a vegades la seva gestió és dolenta a causa de desavinences polítiques entre països o regions.

IV. PROJECTE PORTAT A TERME

La ONU marca un el seguit d'objectius per al desenvolupament sostenible, però no es queden de braços creuats. De fet porten en marxa molts projectes relacionats amb l'aigua neta i el sanejament. Fa temps, un projecte va ser realitzat per la ONU a Haití^[16]. Van crear un sistema



Fig 2. Font:
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/04/haiti-cuenta-con-un-nuevo-sistema-de-abastecimiento-de-agua-para-combatir-el-colera/>

d'abastiment d'aigua a la regió de Lascachobas amb l'objectiu d'així lluitar contra l'epidèmia de còlera que pateix la illa durant anys.

La millora del sistema d'abastiment i de purificació de l'aigua van ajudar a que el nombre de casos no augmentés tan com s'havia previst i a més es va poder arribar a controlar els casos de còlera.



Aigües de Barcelona

Fig 3. Logo de l'empresa Agbar. Font:
<http://www.aiguesdebarcelona.cat/>

Finalment s'ha vist que una forma de fer front a la malaltia de manera eficaç és seguint invertint en projectes com aquest ja que la població es veu menys afectada.

V. RECERCA DE SOSTENIBILITAT EN EMPRESES CATALANES DE SUBMINISTRAMENT D'AIGUA

Arribats al punt de que hem pogut observar els diferents objectius a complir (per tal de millorar en aquest tema) i un projecte que s'ha realitzat, crec convenient també observar les empreses catalanes que gestionen els recursos hídrics de Catalunya, ja que són presents en el nostre dia a dia i a més en formen una part important. Em centraré en dues i sobretot en mirar si són coneixedores dels ODS i quin compromís tenen.

a) AGBAR, Aigües de Barcelona

En la seva pàgina web afirmen està adherits a tots els compromisos de sostenibilitat a més de fomentar valors^[17], tant als seus treballadors com conscienciació als consumidors. Tenen una política de gestió integrada (un dels objectius citats anteriorment) i tenen el certificat SGE 21, que acredita el Sistema de Gestió Ètica i Socialment responsable.

Tot i això, si un busca una mica d'informació d'actualitat pot veure perfectament que AGBAR actua com a empresa que és. En últimes notícies^[18] els dirigents d'aquesta deixen clar que no volen que la companyia sigui remunicipalitzada i al·leguen que si la gestió que s'està duent a terme ja és bona doncs no es necessari que l'ajuntament de Barcelona intervingui, però aquests últims mesos tot plegat ha anat a més, fins al punt de que un dirigent de la cúpula ha advertit amb trencar pactes amb l'Àrea Metropolitana de Barcelona, AMB, si continua el procés de municipalització. Això és un exemple de que l'empresa no actua en funció del bé comú sinó del propi.

Per tant, per molt que l'empresa ens faciliti la informació sobre que compleix objectius de sostenibilitat, podem arribar a veure com en el fons la informació facilitada per ells pot arribar a ser no del tot certa.

b) Aigua de Rigat S.A.

Sóc d'Igualada i aquesta és l'empresa que te la concessió d'aigua als municipis de la meua ciutat i els voltants, per això he decidit incloure-la.

Si consultem la seva pàgina web, observem que disposen d'un sistema de qualitat ISO 9001¹, política de gestió

¹ L'ISO 9001: 2008 és la base del sistema de gestió de la qualitat ja que és una norma internacional i que es centra en tots els elements d'administració de qualitat amb què una empresa ha de comptar per tenir un sistema efectiu que li permeti administrar i millorar la qualitat dels seus productes o serveis.^[19]

integrada, certificació de seguretat vial i certificació de seguretat i salut laboral^[20]. Fins aquí tot correcte, ara bé si repetim el procediment anterior de buscar notícies que relacionen la empresa, ja trobem algunes coses a destacar.

Fa un any aproximadament que l'entitat Aigua és Vida es va adonar de que no hi havia gens de transparència entre aquesta empresa i les entitats municipals, per ser més exactes, "No existeix ni un contracte de concessió, no hi ha ple de clàusules, ni dates de concessió ni cànons de l'empresa distribuïdora." digué Pau Ortinez, membre d'Aigua és vida en una conferència on es va explicar tot el tema que incumbeix Aigua de Rigat i que va ser coberta per diaris regionals^[21].

Per a solucionar tota aquesta situació irregular es va proposar la solució de municipalitzar-la, però de moment no s'ha tirat res endavant. Actualment Aigua de Rigat està en mans de AGBAR i de l'ajuntament d'Igualada el qual es titular d'un 32% de la societat.

VI. CONCLUSIONS

Com bé hem pogut veure al llarg d'aquest recorregut, sobre l'objectiu de desenvolupament sostenible d'Aigua neta i Sanejament, encara queden molt per fer. La quantitat de projectes que s'han de realitzar, per tal d'assolir els objectius estipulats, requereix l'ajuda de moltes persones, i en aquest tema en concret, d'enginyers i enginyeres. Totes les propostes de millora que hem vist requereixen un estudi previ, disseny i estudi de repercussions que tindrà en la zona on es dugui a terme el projecte, i és per això que la feina d'aquests és essencial. Per aquest motiu s'intenta conscienciar bé a la UPC, perquè tota enginyeria hauria de tenir la competència multidisciplinària per poder ajudar en projectes com aquests.

Sóc conscient de que només he tractat un dels 17 objectius, i si els altres són de tan rellevància o superior, una cosa està clara i és que encara queda molt per fer per aconseguir un món just i ben gestionat i més sostenible.

Per acabar vull fer una última reflexió. Mentre he fet aquest treball he arribat a aprofundir molt en certs temes i certament alguns et fan replantejar si vius enganyat totalment.

A aquestes alçades crec que ja ha quedat força demostrat que per molt que una empresa tingui segells de sostenibilitat no vol dir que ho sigui. Només fa falta veure les dues companyies que he escollit les quals ho tenien tot correcte però a la mica que aprofundeixes en busca d'informació de seguida trobes notícies que tiren pel terra tot l'esperit sostenible que suposadament tenien. Però això no és el més fort que m'he trobat. Buscant a la pàgina web de la ONU, vaig trobar la notícia aquella de que havien inaugurat noves fonts d'aigua potable a Haití i que ajudaven a reduir el còlera. No sé ben bé perquè però vaig decidir aplicar la mateixa tècnica empleada per trobar els draps bruts de les empreses anteriors, buscar a diaris la notícia. I vaig trobar-la, tot i que també en vaig trobar-ne una altre... Resulta que va ser la pròpia ONU la que va portar el còlera a Haití el 2010. Un grup de guàrdies que havien estat al Nepal (on hi havia un actual brot de còlera en aquell moment) van ser reassignats a Haití, i arran d'això la malaltia es va estendre per la illa. El diari que comentava la

notícia és el New York Times^[22] i presentava un vídeo del secretari general del moment, Ban Ki-moon, on demanava disculpes sis anys després de que ells portessin la malaltia.

Òbviament, un error el pot cometre tothom, però el que em sobta és que una organització com la ONU, que en teoria tracta d'evitar això, el cometés.

Per tant, i després de veure això, sóc una mica més reticent a creurem tot el que em diuen empreses o organitzacions externes. He descobert que si no estàs molt ben informat de l'actualitat ets molt manipulable i això m'ajudarà en un futur posterior a contrastar més l'informació abans de creure-me-la, igual que com he fet amb aquest treball.

REFERÈNCIES

- [1] Viquipèdia. (2017, Març) Aigua Dolça
Disponible: https://ca.wikipedia.org/wiki/Aigua_dol%C3%A7a
- [2] Oriol Canosa Masllorens. (2009, Juny) *Guía de bolsillo para personas inquietas* (1a edició) [Online]
Disponible: https://books.google.es/books?id=a7vZ4P8KlssC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r#v=onepage&q&f=false
- [3] -, (2013, Novembre). Fotografia [Online]
Disponible: http://www.ara.cat/fotografies/rius-contaminats-residus_5_1024147577.html
- [4] UNESCO, Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. [Online]
Disponible: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- [5] UNESCO, PHI-VIII: Garantizar el suministro de agua. [Online]
Disponible: <http://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/PHI-VIII-garantizar-suministro-agua>
- [6] UNESCO, PHI Desastres relacionados con el agua y cambios hidrológicos. [Online] Disponible: <http://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/desastres-cambios-hidrológicos/>
- [7] UNESCO, El agua subterránea en un medio ambiente cambiante. [Online] Disponible: <http://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/agua-subterranea>
- [8] UNESCO, Abordar la escasez y la calidad del agua. [Online]
Disponible: <http://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/escasez-calidad>
- [9] UNESCO, Enfoques y tecnologías para el cambio. [Online]
Disponible: <http://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/asentamientos-humanos/enfoques-tecnologias>
- [10] UNESCO, Abordar Cambios en el sistema hacia enfoques de gestión integrada. [Online] Disponible: <http://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/asentamientos-humanos/gestion-integrada>
- [11] UNESCO, Institución y liderazgo para beneficio e integración. [Online] Disponible: <http://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/asentamientos-humanos/beneficio-integracion>
- [12] UNESCO, Abordar Oportunidades en ciudades emergentes en países en desarrollo. [Online] Disponible: <http://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/asentamientos-humanos/ciudades-emergentes>
- [13] UNESCO, Desarrollo integrado en asentamientos humanos en zonas rurales. [Online] Disponible: <http://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/asentamientos-humanos/zonas-rurales>
- [14] UNESCO, Abordar Ecohidrología: creación de armonía para un mundo sustentable. [Online] Disponible: <http://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/ecohidrologia>
- [15] UNESCO, Educación y cultura del agua: clave para la seguridad hídrica. [Online] Disponible: <http://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/educacion>
- [16] Centro de noticias de la ONU, (2017, Abril) Haití cuenta con un nuevo sistema de abastecimiento de agua para combatir el cólera.

- [Online] Disponible:
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/04/haiti-cuenta-con-un-nuevo-sistema-de-abastecimiento-de-agua-para-combatir-el-colera/>
- [17] AGBAR, Desenvolupament sostenible. [Online] Disponible:
<http://www.aiguesdebarcelona.cat/ca/developament-sostenible>
- [18] Article escrit per agència, "Agbar advierte al Área Metropolitana sobre romper acuerdos ya firmados", *El País*, Economía, Març, 2016
- [19] Pàgina web: ¿Qué es ISO 9001:2008? [Online] Disponible:
<http://www.normas9000.com/que-es-iso-9000.html>
- [20] Aigua de Rigat S.A., SISTEMA DE GESTIÓ DE QUALITAT [Online] Disponible: <http://www.aiguaderigat.cat/CAT/907.asp>
- [21] C. M. Toni, "Els igualadins reclamen respostes a "Què passa a Igualada?", *AnoiaDiari*, Societat, Gener, 2017
- [22] Somini Sengupta, "U.N.Apologizes for Role in Haiti's 2010 Cholera Outbreak", *The New York Times*, Americas, Desembre, 2016

Producció i consum sostenibles

Ismael Babeli Aguilera

En el marc actual d'un món globalitzat, on la renovació i la millora constant de tot el que ens envolta estan molt presents en el nostre dia a dia, és senzill oblidar-se o passar per alt les conseqüències negatives que estem provocant en el nostre planeta. La física, que és posar les lleis de la natura en un llenguatge intel·ligible, ens recorda constantment que tota acció té un cost i una repercussió.

Estem consumint els recursos de la terra més ràpid del que el mateix planeta triga a regenerar-los. L'anomenada petjada ecològica, que sintetitza l'impacte de l'activitat humana sobre el medi mitjançant un valor de superfície, és a dir, expressant les hectàrees de terreny que calen, per exemple, per a conrear, proveir-nos d'aliments, tenir un habitatge, escalfar-nos, desplaçar-nos a treballar o estudiar, anar de vacances, consumir tot tipus de productes, etc. El seu objectiu fonamental consisteix a avaluar l'impacte d'un determinat mode de vida sobre el planeta i, consegüentment, el seu grau de sostenibilitat. Si la població mundial arriba als 9.600 milions al 2050, faran falta gairebé tres terres per proporcionar els recursos naturals necessaris per mantenir l'estil de vida dels països primers, actualment ja en consumim una i mitja. Per intentar canviar aquestes situacions, les Nacions Unides, al setembre de 2015 i amb el suport de 193 països, va fixar disset objectius per al desenvolupament sostenible (ODS) que tenen com a meta: eradicar la pobresa extrema, combatre la desigualtat i la injustícia, i frenar el canvi climàtic. Entre aquests objectius es troba la producció i el desenvolupament sostenible, que és l'ODS número dotze. El consum i la producció sostenibles consisteixen a fomentar l'ús eficient dels recursos i de l'energia, aconseguir infraestructures sostenibles i facilitar l'accés a serveis bàsics, a llocs de treball ecològics i decents, i una qualitat de vida millor per a tothom. La seva aplicació ajuda a dur a terme els plans generals de desenvolupament, reduir futures despeses econòmiques, ambientals i socials, augmentar la competitivitat econòmica i reduir la pobresa.

Com a estudiant d'enginyeria física, i algun dia científic, és obvi que davant de situacions d'aquest grau de magnitud, s'hi ha de posar remei i treballar per tenir un futur millor per a tots els éssers vius del planeta. És una responsabilitat que cau sobre totes les persones, empreses i organitzacions públiques o privades,, però en especial és important que nosaltres, els enginyers físics, n'estiguem conscienciats, perquè som els que haurem de dissenyar noves màquines i aparells, trobar noves fonts d'energia i fer recerques per a guarir malalties. Incrementar els guanys nets de benestar de les activitats econòmiques mitjançant la reducció de la utilització dels recursos, la degradació i la contaminació durant tot el cicle de la vida, aconseguint alhora una millor qualitat de vida, no és una tasca impossible.

Quan parlem de l'optimització de l'ús dels recursos ens referim sobretot a l'aigua, els aliments i l'energia, que són les principals fonts de preocupació i encara avui dia per desgràcia no estan a l'abast de tothom. En els propers anys, s'espera que arreu del món més gent se sumi a la classe mitjana, la qual cosa és bona per a la prosperitat individual, però augmentarà la demanda dels recursos naturals ja limitats i, si no s'actua per canviar el nostre estil de vida, de consum i producció, causarem danys irreversibles al medi ambient. Hi ha molts aspectes del consumisme actual que amb senzills canvis, tindrien un gran impacte beneficiós en la societat.

El sector de l'alimentació representa al voltant del 30% del consum total de l'energia del món i aproximadament el 22% de les emissions totals de gasos de l'efecte hivernacle, això sense comptar l'efecte que té en la degradació del medi marí, la pèrdua de la fertilitat del sòl i l'ús insostenible d'aigua. Es calcula que cada any al voltant d'una tercera part dels aliments produïts, el que equival a 3.000 milions de tones (1.300 tones d'aliments es valoren aproximadament en un bilió de dòlars), acaba podrint-se a la brossa de minoristes i consumidors, o bé es fa malbé degut al transport o mètodes de recol·lecció deficients. Per altra banda, 1.000 milions de persones estan subalimentades i altres 1.000 milions passen fam, quan 2.000 milions pateixen sobrepès o obesitat. L'altre tema molt lligat amb el de l'alimentació és el de l'aigua. La humanitat només disposa del 0,5% de l'aigua total per satisfer les necessitats dels ecosistemes i la de la població, és lamentable que més de 1.000 milions de persones encara no tinguin accés a aigua dolça i que l'ésser humà l'estigui contaminant a un ritme més ràpid del que necessita la natura per purificar-la en els rius i els llacs. Un altre exemple, les llars en el món occidental consumeixen el 29% de l'energia mundial i, en conseqüència, contribueixen al 21% de les emissions de diòxid de carboni, aquest és el segon sector en què la seva despesa energètica creix més ràpid després del dels transports. Una manera de reduir-lo seria que la població mundial comencés a usar bombetes de baix consum, cosa que permetria l'estalvi de 120.000 milions de dòlars anuals a nivell mundial.

Tot i que els avenços tecnològics han ajudat a millorar en el camp de l'eficiència energètica, l'ús de l'energia en els països de l'Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic (OCDE) (un organisme de cooperació format per 35 països l'objectiu del qual és coordinar les seves polítiques econòmiques i socials), seguirà creixent un 35% d'aquí fins al 2020. En el camp dels avenços tecnològics és on més pes recau sobre els enginyers, i en concret els físics, la responsabilitat de fer un món millor. S'han de dissenyar els aparells sempre pensant en el cost de producció, d'ús i de destrucció, no només en termes econòmics, sinó també amb l'impacte ambiental i humà d'aquests perquè siguin el màxim de sostenibles. Un dels grans problemes actuals és el de l'energia grisa, en especial la del camp de les TIC que queda obsoleta en dos o tres anys. L'energia grisa és el cost de produir un aparell envers el que consumirà durant la seva vida útil, en el cas dels xips i smartphones suposa més del 70% de la despesa energètica mundial.

Un seguit de metes han estat marcades per a l'ODS 12, que s'haurien d'assolir fins al 2030, entre les quals: donar suport als països en desenvolupament en el reforçament de la seva capacitat científica i tecnològica per avançar cap a modalitats de consum i producció més sostenibles; aconseguir la gestió sostenible i l'ús eficient dels recursos naturals; reduir a la meitat el rebuig mundial d'aliments en la venda al detall i per part dels consumidors, i reduir les pèrdues d'aliments en les cadenes de producció i distribució, incloses les pèrdues posteriors a les collites. Des del vessant del consumidor, si agaféssim certs hàbits podríem ajudar que aquests objectius es complissin mitjançant la reducció de la quantitat de deixalles que generem i actuar de manera reflexiva i conscient a l'hora de comprar i l'objectiu de triar l'opció sostenible sempre que sigui possible, la qual cosa es pot fer de moltes maneres, ja sigui, per exemple: no tirant els aliments, reduint l'ús de plàstic, i fer les nostres compres a proveïdors locals i sostenibles. Pel que fa a l'àmbit de l'empresa, s'haurien de comprendre els efectes ambientals i socials dels seus productes i serveis, i utilitzar els seu poder innovador per dissenyar solucions que puguin inspirar i motivar les persones a dur un estil de vida més sostenible. Respecte als poders públics cal que es legisli, s'elaborin plans integrals i transversals i es duguin a terme campanyes de sensibilització als consumidors. Opino que en la societat de consum actual i amb grans excedents de producció, ens inculquen una noció d'ànsia de comprar sense parar i anar llençant i renovant constantment per tenir l'últim producte del mercat o anar sempre amb la roba de temporada, en cas contrari estàs abocat a ser amb més o menys mesura un marginat social. Aquesta societat fins i tot ens fa creure que els sentiments i l'estima entre les persones es poden comprar amb diners i béns materials. Això ens ha portat a un punt en què els individus es tanquen per banda i només pensen en ells mateixos i en el seu benestar, sense ser conscients que moltíssima gent no disposa ni de la meitat dels seus privilegis. Degut a aquest egoisme, tampoc no estan disposats a cedir part del seu benestar perquè tothom pugui tenir, en certa mesura, una vida digna. El que vull transmetre és que no podem quedar-nos amb els braços creuats i hem de fer quelcom per millorar i evitar aquestes situacions i injustícies. El que hem de fer és replantejar-nos i fer l'esforç de viure d'una altra manera, en la qual els aparells durin més, se'ls puguin canviar peces perquè no quedin obsolets i es facin amb materials menys perjudicials per al medi ambient, en definitiva produir menys i de manera més òptima. També tenir sempre present les 3R, reduir, reciclar i reutilitzar, sense oblidar la quarta, i potser més important, repensar: de veritat cal comprar un munt de menjar que després probablement anirà a la brossa, tenir vuit parells de sabates o canviar de mòbil cada dos per tres? Només d'aquesta manera es podrà fer una producció i un consum més eficient i sostenible que faci del nostre planeta un lloc millor per a tots. Com a futur enginyer físic, dins del que estigui al meu abast, lluitaré per aportar el meu gra de sorra per aconseguir aquest objectiu.

Fonts

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>

http://www.cnpml.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=20

https://es.wikipedia.org/wiki/Consumo_sostenible

https://ca.wikipedia.org/wiki/Petjada_ecol%C3%B2gica

Presentació power point desenvolupament sostenible

Presentació power point el cost de la tecnologia

(Des)Igualtat de Gènere

Aleix Bachs Esteban, *Enginyeria Física, UPC*

Resum—En aquest article parlaré dels objectius de desenvolupament sostenible de l'Agenda 2030, especialment del punt Núm. 5, igualtat de gènere i apoderament de les dones, i intentaré respondre a la pregunta de per què hi ha menys noies que nois a les carreres d'enginyeria.

I. OBJECTIUS DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE

L'ONU ¹ va aprovar el 25 de setembre del 2015 el que es coneix com l'Agenda 2030 per al desenvolupament sostenible, un pla d'acció a favor de les persones, el planeta i la prosperitat. L'Agenda planteja 17 objectius amb 169 metes que regiran els programes de desenvolupament mundials durant els pròxims 15 anys. Les temàtiques que aborden van des de la pobresa, la fam, la pau, la salut, l'educació, la protecció del planeta, la lluita contra el canvi climàtic, les ciutats i els territoris, l'energia, el consum i la producció sostenibles i la governança. En aquest article parlarem de l'objectiu Núm. 5: Aconseguir la igualtat entre els gèneres i apoderar a totes les dones i nenes.

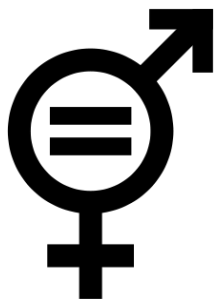


Figura 1. Símbol de la igualtat de gènere

L'article conté 6 metes a assolir:

1. Posar fi a totes les formes de discriminació contra totes les dones i nenes a tot el món.
2. Eliminar totes les formes de violència contra totes les dones i nenes en l'àmbit públic i privat, incloses el tracte i l'explotació sexual i altres tipus d'explotació.
3. Eliminar totes les pràctiques nocives, com el matrimoni infantil, precoç i forçat i la mutilació genital femenina.
4. Reconèixer i valorar els cuidats no remunerats i el treball domèstic no remunerat mitjançant la prestació de serveis públics, la provisió d'infraestructures i la formulació de polítiques de protecció social, així com mitjançant la promoció de la responsabilitat compartida a la llar i la família, segons procedeixi en cada país.

5. Vetllar per la participació plena i efectiva de les dones i la igualtat d'oportunitats de lideratge a tots els nivells de l'adopció de decisions en la vida política, econòmica i pública.

6. Garantir l'accés universal a la salut sexual i reproductiva i els drets reproductius, conforme amb el Programa d'Acció de la Conferència Internacional sobre la Població i el Desenvolupament, la Plataforma d'Acció de Beijing i els documents finals de les seves conferències d'examen.

Per tal d'assolir aquestes metes, l'Agenda 2030 exposa diverses accions a dur a terme. Proposa emprendre reformes que atorguin a les dones el dret als recursos econòmics en condicions d'igualtat, així com l'accés a la propietat i al control de terres i altres béns, els serveis financers, l'herència i els recursos naturals, de conformitat amb les lleis nacionals, proposa millorar l'ús de les TIC ² per a promoure l'apoderament de la dona i proposa aprovar i enfortir polítiques encertades i lleis aplicables per a promoure la igualtat entre els gèneres i l'apoderament de les dones i de les nenes a tots els nivells.

II. ODS ³ I L'ENGINYERIA

Per combatre la desigualtat de gènere es proposa millorar l'ús de les TIC per a promoure la igualtat i l'apoderament de les dones i les nenes, i és aquí on l'enginyeria ha de tenir un paper més important. No obstant això, des del punt de vista de l'enginyeria es poden dur a terme milers d'accions a favor del compliment dels objectius de l'Agenda 2030, no només aquelles que treballen a favor de la igualtat de gènere. Dels 17 objectius de desenvolupament sostenible, l'enginyeria pot participar positivament en la majoria d'aquests, ja sigui en garantir la disponibilitat d'aigua i la seva gestió sostenible i sanejament, com en garantir l'accés a una energia assequible, segura i sostenible. Pot participar en construcció d'infraestructures resilients, en adaptar mesures en contra del canvi climàtic i fins i tot en garantir una vida sana amb l'ús adient de la tecnologia i l'enginyeria. L'enginyeria és l'arma més poderosa de la que disposem, ja que abraça qualssevol dels àmbits possibles i imaginables. Supera els límits de la imaginació i crea coses que fa uns anys es creien impossibles. Fem-la servir amb cap.

Hi ha nombroses plataformes que treballen cap a un món més sostenible. Si parlem en termes de construcció sostenible, podem trobar per exemple l'Agenda de la Construcció Sostenible, una associació formada per diverses institucions, entre les quals es troba la Unitat de Medi ambient i Sostenibilitat del Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes de Barcelona o la Secció

¹Organització de les Nacions Unides

²Tecnologies de la Informació i la Comunicació

³Objectius de Desenvolupament Sostenible

de Tecnologia de l'Escolta Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès de la UPC ^{IV}. Aquesta associació treballa amb la idea que les ciutats i els espais urbanitzats que conformen el nostre paisatge són entitats vives complexes que produeixen un fort impacte sobre el planeta, on els estàndards de confort i qualitat que imposa el desenvolupament econòmic actual creix dia a dia, fent augmentar la quantitat de subministraments necessaris i, per tant, la petjada sobre el medi. Els integrants creuen que el model actual de societat ha propiciat un model de ciutat dispersa, segregada, generadora de mobilitat insostenible i que comporta un alt consum de recursos i posa en perill l'equilibri del territori. Plantegen, en contraposició a aquest model poc sostenible, un model de ciutat amb major eficiència ambiental, econòmica i social, que es tradueixi en una gestió del territori més optima, reduint el consum de sòl, energia i altres recursos. Models com aquests són els que ens poden portar cap a una societat millor estructurada i més sostenible, que no malmeti el planeta ni els recursos necessaris per a la nostra existència. Es pot trobar més informació a la web de la plataforma. L'adreça web de la plataforma de l'Agenda de la Construcció Sostenible es podrà trobar a l'apartat de «Referències». També s'hi podrà trobar l'adreça web de «CSI Ingenieros», una empresa amb origen a Uruguai especialitzada en projectes de sanejament d'aigua i en energia i construcció sostenible, entre d'altres, i també l'adreça web de «El Blog de la Energia Sostenible», un blog dedicat a tractar temes relacionats amb l'obtenció d'energies renovables i no renovables i de les seves aplicacions tant actuals com futures, així com altres temes d'eficiència energètica.

III. IGUALTAT DE GÈNERE I ENGINYERIA

Per què cada vegada hi ha menys noies interessades en carreres relacionades amb les enginyeries o les matemàtiques? Vivim en una societat on tot és tecnologia i tot és informàtica, on les tecnologies TIC estan cada vegada més i més presents en tots els àmbits i en la nostra vida quotidiana, en la vida de tots. Llavors, com és que hi ha tan poca presència femenina en les carreres que se suposa que en un futur seran les que tindran més sortida laboral? Aquestes carreres s'engloben sota l'acrònim CTIM ^V i hi necessitem més presència femenina.

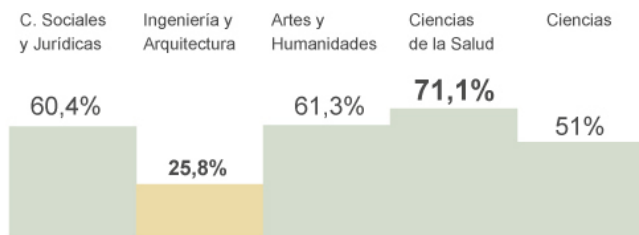


Figura 2. Alumnes matriculades en grau i 1º i 2º cicle a les universitats públiques espanyoles

^{IV} Universitat Politècnica de Catalunya

^V Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques

Les dades dels últims anys són alarmants. Segons les dades del Ministeri d'Educació (any 2015), la població universitària està composta en un 54 % per dones. No obstant això, si mirem el percentatge d'estudiants en els estudis d'enginyeria i arquitectura veurem que només un 25 % són dones (Figura 2). Aquestes dades, però, no reflecteixen la realitat, que és molt pitjor si tenim en compte que a les carreres d'arquitectura el nombre de noies és del 50 %. No és un problema només d'Espanya, si mirem un mapa d'Europa, veurem que la situació no millora (Figura 3). La gran pregunta és, per què? La resposta és senzilla i alhora complicada, ja que és un conjunt de factors que un servidor considera molt greus. Aquesta diferència s'atribueix a factors com ara la falta de referents femenins en enginyeria, la manca d'autoestima de les noies a l'escola en edats primerenques, la poca visibilitat social de les carreres relacionades amb les CTIM, o les expectatives dels pares enfront de quins estudis són els millors per als seus fills.

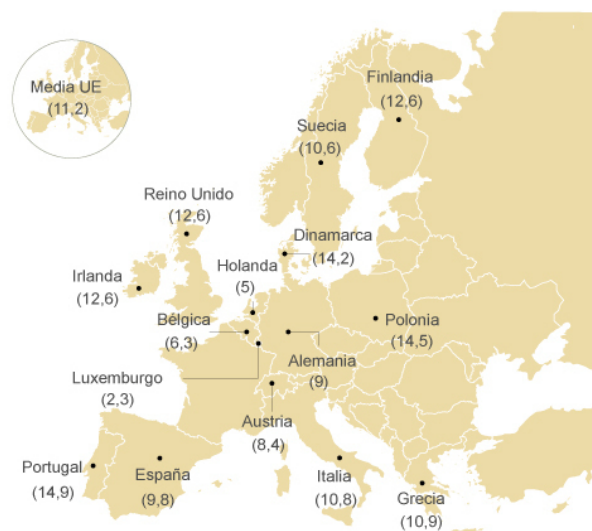


Figura 3. Graduades en Ciències, Matemàtiques i Tecnologia. Per cada 1000 habitants. Dones de 20 a 29 anys. Dades del 2012 en %

Tornem a la història de sempre. La superioritat moral, social, política i econòmica que l'home creu que li és legítima enfront la dona. Algú pot nomenar el nom d'alguna enginyera que hagi revolucionat el món? La majoria de la gent no pot. I no és perquè no n'hi hagi, sinó perquè la societat les manté i les ha mantingut en un rerefons, amagades, com si les seves contribucions no fossin igual d'importantes que les que pot fer un home. Hi ha clars exemples. Margaret Hamilton, científica computacional, matemàtica i enginyeria de sistemes, directora de l'equip del MIT ^{VI} que va desenvolupar el software pel Programa Espacial Apol·lo. O el nom de Valentina Tereshkova,

^{VI} Massachusetts Institute of Technology

enginyera Russa i la primera dona a sortir a l'espai només dos anys després que Yuri Gagarin, el primer home a viatjar a l'espai.

Tot i així no se li dóna la mateixa importància. Les enginyeres i científiques viuen sota una mena de sostre de cristall que no deixa que les seves vivències, històries i descobriments científics surtin a la llum. Segur que molts nois, quan arriben al moment de decidir el seu futur, miren enrere i veuen el treball de personatges com Steve Jobs, Albert Einstein o el mateix Yuri Gagarin (o cents d'exemples més). Però si quan una noia s'atura a pensar i a decidir el seu futur no troba una sèrie de referents femenins que l'encoratgin i l'ajudin a decidir-se per una carrera de ciències o tecnologia, ens estarem perdent un potencial increïble i potser l'oportunitat de canviar el món.



Figura 4. PDI (Personal Docent i Investigador) en universitats públiques per titulació en Enginyeria

S'ha d'actuar des d'edats joves per a donar més visibilitat a les dones enginyeres, que el model de l'estudiant sigui una altra dona perquè tingui un referent clar, un camí a seguir. És aquesta falta de referents femenins que comentàvem abans la que propicia aquesta falta d'interès de les noies per a les carreres tècniques. Cal destacar, també, que les dones són clara minoria dintre de les plantilles de personal docent i investigador. Si no hi ha professores, no hi ha alumnes. (Figura 4). S'ha de reforçar la coeducació a col·legis, instituts i universitats per a trencar amb els estereotips de gènere.

Un altre aspecte que ens hauria de preocupar és el següent: L'OCDE ^{VII} denuncia que els professors acostumen a puntuar millor a les noies que als nois. Aquesta discriminació positiva acaba sent perjudicial per a les alumnes. Acaben estant menys

preparades emocionalment per a cometre errors i es desenvolupen pitjor amb la frustració. Això passa amb les matemàtiques, on les noies demostren tenir menys confiança. Davant d'un problema que no saben resoldre, atribueixen el fet de no saber-lo resoldre a una falta o carència de les facultats necessàries per a fer-ho, tot i haver demostrat les aptituds necessàries per a fer-ho. Els nois en canvi, tot i no tenir-ne ni idea, es llencen més a la piscina i acaben obtenint millors resultats en situacions de repte. L'OCDE assegura que més de la meitat de les noies assegura que no són bones en matemàtiques. Pateixen més ansietat i desisteixen per por a no ser capaces. Aquesta aversió cap a les matemàtiques podria ser l'arrel de per què no decideixen tirar cap a una carrera tecnològica o enginyeria. Un servidor creu, però, que el motiu de la falta de confiança no recau només en el fet que hi hagi una discriminació positiva cap a les noies en les escoles. Hi ha un rerefons més profund en la manca de confiança de les noies. Aquest tema ja el comentarem més endavant en aquest article.

No ens podem oblidar del paper que juguen les famílies que, en un intent (encara) de mantenir els rols tradicionals d'una societat menys desenvolupada, animen més als fills que a les filles a l'hora de triar una carrera d'Enginyeria o Matemàtiques, encara que tant les filles com els fills mostrin el mateix rendiment acadèmic. Se suposa que la societat ha avançat i hauria d'haver deixat enrere els estereotips que desprestigiaven o creien que la dona era menys capaç de fer les mateixes coses que l'home. Deixem ja d'enganyar-nos, no només poden fer les mateixes coses sinó que les poden fer molt millor. Un enginyer/a no s'ha de jutjar pel seu sexe, sinó per la feina que fa. Cada una d'aquestes «justificacions» de per què hi ha menys enginyeres que enginyers no és més que una mostra que la creença de la superioritat de l'home envers la dona encara segueix present en la nostra societat. Primer, oblidem-nos de la idea que els homes són millors que les dones pel simple fet de ser home, o que tindran millors sortides estudiant una enginyeria que no pas les dones. I segon, deixem que els nostres fills triïn lliurement què volen estudiar, per molt que als pares no els agradi, no és la seva vida ni el seu futur el que està en joc. Que els fills/es triïn ells/es mateixos/es què volen estudiar, què volen ser o què volen aportar a aquest món.

S'ha trobat també que la poca visibilitat de la utilitat social que tenen els estudis d'enginyeria pot ser una de les causes d'aquesta manca de presència femenina en aquests graus. Si bé és cert que la component social la tenen, potser no s'ensenya suficient perquè aquells/es persones que busquessin amb els seus estudis poder treballar per a un món millor, o poder treballar de cara a una component social de pes i de caràcter important veiessin que realment les aplicacions socials són innumerables. Com podem veure en la Figura 1, on hi ha més presència femenina és en aquelles carreres relacionades amb les ciències de la salut amb un 71,1 %. Això és pel fet que la component social en els estudis relacionats amb les ciències de la salut és clara, però en els estudis relacionats amb enginyeria i arquitectura no ho és tant (com ja he dit abans, la té i pot contribuir d'una forma molt contundent).

S'ha de canviar la visió de les enginyeries que tenen les noies, que vegin la seva part social, que no desisteixin per dificultat o per una suposada «manca de facultats». Des del

^{VII}Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic

projecte «Mujer e ingeniería » impulsat per la RAI (Real Academia de Ingeniería) i liderat per la doctora en enginyeria industrial Sara Gómez (Universitat Politècnica de Madrid) ja s'està fent. Amb aquest projecte s'intenta animar a les noies i joves a reclamar el seu lloc dins del nou món tecnològic, acompanyar-les i donar suport a la incorporació de les dones a l'entorn de les carreres d'enginyeria i motivar-les des dels estudis fins llocs de responsabilitat i alta direcció. Projectes com aquests són els que ajuden a no perdre tot aquest potencial, a trencar amb estereotips i mites que encara queden sobre la incorporació de la dona en carreres de tecnologia. Aquest i altres exemples són el model a seguir necessari per a la societat actual, no només pel que fa a l'enginyeria sinó també per a la igualtat de gènere en general, fora de les aules.

IV. REREFONS SOCIAL

He parlat molt dels motius d'aquesta animadversió cap a les carreres d'enginyeria que existeix per part del sector femení, però tot plegat recau en una component social. Està clar que homes i dones no som iguals, però és legítim que ambdós tinguem els mateixos drets i les mateixes oportunitats. Si jo fos dona vivint en la societat actual, segur que també tindria la falta d'autoestima o inseguretat de la qual abans parlàvem. Una societat on la dona es menysprea i no es tracta com a diferent sinó com a inferior no és sostenible. Les dades són alarmants, un 35 % de les dones ha patit violència sexual o física en algun moment de la seva vida, però de ben segur que el 100 % ha patit abusos verbal caminant pel carrer, o a través de les xarxes socials. A la majoria dels països on les dones han sigut víctimes d'algun tipus de violència, menys del 40 % ha rebut ajut de cap mena. No només menyspreem la dona, sinó que a més sembla que sigui normal. Se segueixen permetent els matrimonis infantils o forçats i la mutilació genital infantil (ablació), una pràctica brutal i injustificable que es defensa en l'argument erroni de formar part de la cultura o tradició d'un país. Indiferentment de si és o no una tradició és aterridora. Se segueix menyspreant la feina domèstica, que no és obligació de la dona com durant tants anys s'ha ensenyat, però tristament se segueix atribuint el rol a la dona. A més a més d'atribuir-la directament i inconscientment a les dones a no es valora com hauria de ser. Intenteu, homes, tenir una feina a temps total i haver de cuidar els fills o la casa. S'ha parlat molts cops que ja s'està abandonant aquesta idea de rol de gènere i que cada vegada hi ha menys violència o discriminació cap a la dona. No crec que sigui així, queda molta feina per fer encara i encara que fos cert que ens encaminem cap a un futur més conscienciat no per això hem de deixar de lluitar amb tots els recursos possibles per a acabar amb la violència masclista. Potser el lector pensarà que he fugit d'estudi, però si existeix aquesta violència cap a les dones en l'edat adulta, és més que probable que existeixi una discriminació en persones més joves, no oblidem que tot es tracta d'un tema d'educació social. Perquè no hauria d'existir un altre tipus de discriminació a les aules, des de ben petits? Els nens juguen a futbol mentre les nenes juguen a la corda a un racó del pati «per no molestar els nens». I no és

això una discriminació cap al sexe femení? Per alguna cosa es comença, que deien. Imaginem ara que això va succeint a diferents edats, d'una manera fins podríem dir dissimulada. Una discriminació cap al sexe femení que no semblaria greu a simple vista, però no oblidem l'impacte psicològic que pot tenir això en algú que està creixent i desenvolupant-se. No podria ser aquest un dels motius pels quals afirmàvem abans que les noies presentaven més inseguretat i més ansietat arribada a certa edat crucial a l'hora de decidir el seu futur? No fa falta ni dir que el problema de l'ocultació de referents femenins o el problema de les expectatives dels pares basades en els rols de gènere té el mateix rerefons que acabem de comentar. Necessitem reflexionar-hi i, sobretot, actuar.

V. CONCLUSIONS

Aquest article s'havia de relacionar amb què podia fer l'Enginyeria Física, o un Enginyer Físic, per a intentar solucionar aquest problema de desigualtat de gènere, però no crec que l'enginyeria física en si pugui jugar un paper important més enllà de la realització de projectes com el de «Mujeres e Ingeniería» o similars, que donin coratge al sector femení i l'incitin a interessar-se pel món de l'enginyeria, o millorar l'ús de les TIC com proposava l'Agenda 2030 per tal de garantir l'apoderament de les dones. El que sí que puc fer jo, no com a Enginyer Físic sinó com a persona, és lluitar per a eliminar aquesta segregació entre dones i homes, aquesta discriminació envers el sexe femení i, de la mateixa manera que jo ho puc fer, conscienciar a altres que ho facin també. La desigualtat de gènere no es tracta d'un problema d'enginyeria, és un problema de tots. Amb la redacció d'aquest article no només n'he sortit sent més conscient de la necessitat de buscar un món i societat més sostenible, objectiu que espero que es pugui complir seguint els objectius de l'Agenda 2030, sinó que n'he sortit sent més conscient de la lluita que cada dia milers i milers de dones arreu del món han de patir pel simple fet d'haver nascut dones per un capritx de l'atzar. Si no era prou defensor dels drets de les dones, ara ho sóc més.

AGRAÏMENTS

En un article sobre la igualtat de gènere des de l'enginyeria no podia agrair-ho a algú sinó a elles. Dedicat a aquelles tan estimades futures enginyeres que m'han fet valorar molt més el poder d'una dona valenta.

REFERÈNCIES

- [1] Olga R. Sanmartín *¿Por qué las chicas no quieren ser ingenieras?*, (2015, Jul). El Mundo. Disponible a: <http://www.elmundo.es/espana/2015/07/27/55b025f7268e3e3b6e8b459b.html>
- [2] Georgina Bloomfield *Why women don't want to work in engineering and technology*, (2015, Nov). Institution of Engineering and Technology. Disponible a: <https://engineering-jobs.theiet.org/article/why-women-dont-want-to-work-in-engineering/>
- [3] "el marsupio" Sara Gómez, RAI: *"nos faltan referentes femeninos en las ingenierías"*, (2017, Feb). El Marsupio. Disponible a: <http://www.raing.es/sites/default/files/Sara%20G%C3%B3mez%20-%20El%20Marsupio.pdf>

- [4] Departament de medi ambient i sostenibilitat. Generalitat de Catalunya (2017, 18 Abr). Disponible a: <http://mediambient.gencat.cat>
- [5] Nacions Unides. *Objectius de Desenvolupament sostenible*, (2017, 18 Abr). Disponible a: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- [6] Agenda de la Construcció sostenible *Marc Conceptual*, (2017, 18 Abr). Disponible a: <http://www.csostenible.net/index.php>
- [7] El Blog de la Energia Sostenible sostenible (2017, 19 Abr) Disponible a: <http://www.blogenergiasostenible.com/>
- [8] Nacions Unides *Violence Against Women*, (2017, 19 Abr). Disponible a: https://unstats.un.org/unsd/gender/downloads/Ch6_VaW_info.pdf
- [9] Real Academia de Ingenieria. Disponible a: <http://www.raing.es/es>
- [10] Real Academia de Ingenieria *Mujeres e Ingeniería*, (2016, Oct). Disponible a: <http://www.raing.es/sites/default/files/CP%20Ultimando%20proyecto%20Mujer%20e%20Ingenier%C3%ADa%2020%2010%2016%20OK.pdf>
- [11] Cooperacion Española *Asamblea General Agenda 2030, transcripción al Castellano*, (2015, Ago). Disponible a: http://www.cooperacionespanola.es/sites/default/files/agenda_2030_desarrollo_sostenible_cooperacion_espanola_12_ago_2015_es.pdf

Physics and poverty: how engineering physics can help overcome the world-wide penury

Roger Bahí Buhigas, *UPC Student*

Introduction—The world today is very unfair. Most people in what have been deemed to be “First World” countries, such as ours, have got used to living in a privileged society, where resources are spent as if there were plentiful; where a vast majority of people need not worry about vital needs, such as food, clean water, shelter... And on the other hand, in many, many countries, people face daily hunger, thirst and lethal illnesses (possibly not seen as ‘lethal’ from a first-world perspective). This is extreme poverty. However, in many other places, poverty also exists, but it takes another shape, a not-so-striking façade: children unable to attend schools or receive a complete education, no access to electricity to satisfy basic needs, lack of hospitals or medical services, places where people have to accept jobs that put the employee’s health at risk, or even exploitation of children.

We, on the privileged side, live with such comfort that our focus of attention drifts away from the real problems affecting most of the population in the world today. Oftentimes it is hard to think of the inhumane amount of people affected by such difficulties. Up until the last century, only a small elite could enjoy such *luxurious* lifestyle. A big majority of people lived under extreme poverty. This situation has changed for good in the last few years. Nonetheless, world-wide poverty is still an emergency situation that needs to be solved immediately; it still affects millions of people. This is why it is important to think about how we can contribute to help solve such problems. As scientists and as engineers, we have the capability within our hands to take action in many different ways.

I. POVERTY IN THE WORLD

THE word *poverty* can be understood in different ways, as poverty encompasses a large variety of meanings and it takes diverse external appearances. It is understood differently in the context of a “First World” country than in a less developed one. In addition, it is linked to welfare, but there are several ways to measure welfare. This makes it harder to evaluate poverty in general. Hence the need

for a quantification of poverty.

A. Measuring Poverty

A standard way (as used by the World Bank) to quantize and classify poverty is by measuring ‘monetized’ consumption and income. To put it in other words, by measuring the amount of money spent to live for a day by a person. First of all, there is extreme poverty. Since 2015, the monetary threshold of extreme poverty is 1.90\$/day per person (from 2002 to 2015 it used to be 1\$/day per person). People living on less than this amount, is considered to be living in extreme poverty. This measurement is not simple, as the price of living varies in every region. Therefore, cross-country adjustments have to be made in order to calculate the real consumption per day of a citizen. This International Poverty Line is extremely low. There are obviously many more people who live on well above such threshold but whose lives are characterized by poverty and hunger as well.

Poverty is often measured through global economy data, such as the GDP per capita. Aside from economic empowerment, it can also be measured through the evaluation of welfare. In this evaluation, many aspects have to be taken into account: from subjective views (such as self-reported life satisfaction), to the access to healthcare and education, as well as the basic needs (caloric requirements). From such evaluation, the poverty thresholds are defined. *Figure 1* shows a few differences between different methods to measure poverty.

Measuring poverty only taking into account income and consumption standards, may leave out some aspects of welfare that should be included (as listed previously). However, these alternative aspects make comparison between different countries very difficult, because of the diversity among our cultures. This is why some indicators

have been constructed, that include various dimensions of deprivation, by attaching welfare weights to a set of key underlying metrics of well-being. The MPI (Multidimensional Poverty Index) is a representative example of an alternative method. It assesses deprivation at an individual level, and is constructed from three core indicators: health, education and living standards. This is usually addressed as ‘multidimensional poverty’. Evidently, all such things affect someone’s well-being, and should be taken into account for a more accurate representation of the situation. For example, electricity is a key factor to take into account when measuring welfare that traditional economy-based methods of measuring poverty oversee. MPI considers ten factors (i.e. healthcare accessibility, education level, access to electricity, etc.), and if you lack three or more of them, you are considered to be ‘poor’. Similarly to the MPI, at a country level, the Human Development Index (HDI) takes into account health and longevity, different levels of education (such as literacy), and standards of living, to calculate how developed a region is.

To exemplify the importance of such measurements, Swaziland and South Sudan have similar monetary poverty (approximately 42% of the population fall under the poverty line), but their index in ‘multidimensional poverty’ is about 20% in Swaziland and 91% in South Sudan. This fact shows that they are extremely different regions, with quite different well-being standards.

B. Through time

Extreme poverty has predominated the world up until a few decades ago, as *Figure 2* lays out. With the rise of industrialization, the situation improved considerably, as it established an onset of higher productivity at lower costs that characterized the following centuries. Since then, world poverty has always been decreasing. In the 1960’s, 4 out of 10 people in the world were living under extreme poverty. From then on, and especially since the 1990’s, prosperity started to increase in many countries, especially in Western countries. Other bigger countries that had suffered from extreme penury, managed to notoriously foster development (i.e. China, India, Brazil).

In 1990, the Millennium Development Goals were established by the UN. The first of them was to eradicate extreme poverty and hunger, with the specific goals of halving the portion of people whose income was less than 1.25\$/day, achieving full employment and work for all people, and halving the portion of people undernourished, everything by 2015. Some were accomplished earlier

(extreme hunger was halved by 2011), and the amount of people living under that income threshold in developing regions dropped from nearly 50% to 15%; a billion people were lifted out of extreme poverty since 1990 and the proportion of people suffering from hunger fell almost 50% by 2015. *Figure 3* illustrates this tendency, since 1820 until 2015. Taking into account that the population on Earth has increased by a factor of 7, such achievements are remarkable.

However, still one in ten people suffer from extreme poverty today, and the rate of employed people among working-age population has ebbed. 300 million workers live under 1.25\$/day, and 700 million people are suffering from extreme hunger. Despite all the improvements, the problem still exists.

C. Today’s Statistics

Nowadays, still one out of ten people are living in extreme poverty, which represents 746 million people (World Bank 2016 data). Where do they live? Extreme poverty is distributed in a very unbalanced manner among continents:

- 383 Million in Africa
- 327 Million in Asia
- 19 Million in South America
- 13 Million in North America
- 2.5 Million in Oceania
- 0.7 Million in Europe

India, Nigeria and Congo are the countries with more people living in extreme poverty. See *Figure 4* for the demographics of extreme and moderate poverty.

However, apart from extreme poverty, many other people also live in poverty, and under hard life conditions, but don’t fall into the 1.9\$ threshold. Almost 3 billion people live under 2.50\$/day. This is almost half of the world population. A billion children today are living in poverty, and 22,000 children a day are dying because of it, according to UNICEF. More than 700 million people lack access to clean water and suffer from hunger. The lack of hygiene and access to clean water is the cause of diarrhea that kills 2,300 people a day. Moreover, 1 out of 4 humans live without electricity, and 80% of the population live on 10\$/day or less.

The goal of the World Bank is to end extreme poverty by 2030. However, growth is not the only necessary preset for such goal. Inequality decline is also a key issue to

work on in order to achieve that goal.

D. The importance of taking action and global strategies to reduce poverty

It could be argued that people living in developing or underdeveloped countries, who are not suffering extreme poverty or hunger, don't necessarily live worse, or are less happy, as people may not need *more* to be happier. However, self-reported life satisfaction polls show that those countries where people enjoy more welfare, they are also happier about life, as shown in *Figure 5*. Poverty usually diminishes the quality of life.

Data shows there is a strong correlation between economic growth (average income growth) and poverty levels in a country. It is obviously also a matter of the distribution of such wealth. If economic growth only benefits incomes at the top, inequality increases and poverty is harder to solve. On the other hand, if income growth is inclusive, poverty diminishes.

This is important to know when tackling the issue, when trying to find solutions. We will have to know where to take action in order to manage to solve the problem. A goal should be ending with the causes of poverty traps (such as low nutrition, lack of good growth fundamentals such as technology, education, infrastructure...), that make some countries be 'stuck' in poverty. As featured in an article on the website *Our World in Data*, "[...] although unidimensional poverty traps such as those caused by single factors are conceptually appealing (e.g. nutrition-based traps, or country-level savings traps), there is little empirical evidence supporting their practical relevance. The evidence suggests that multi-pronged interventions aimed at relieving multiple joint constraints at the household-level, are more likely to reduce poverty than 'big push' policies on the macro-level."

To end this first section, it is remarkable to note that Oxfam has estimated that \$60 billion every year would be enough to end with extreme poverty. This represents only one fourth of the wealth of the top hundred richest people on Earth.

II. ENGINEERING PHYSICS AND POVERTY

As Physicists and Engineers we have a lot of capability within our hands to take action to solve the problems developing and underdeveloped countries are facing—to a certain extent, at least. In many countries, policy has been

implemented in order to reduce poverty as fast as possible, having lasting effects. Despite being a very hard task, it is possible. A multidisciplinary program has been implemented in six underdeveloped countries, which offered "short-term support along six household dimensions". These are: (1) a productive asset grant, (2) temporary cash consumption support, (3) technical skills training, (4) high frequency home visits, (5) a savings program, and (6) health education and services. Its consequences have been positive: it managed to cause lasting progress for the very poor. Out of all these elements, we as engineering physicists have particular skills to work on number (3) and on number (6).

Additionally, Jeffrey Sachs writes in his book "The End of Poverty" five measures to be taken in order to exterminate extreme poverty. These are: agricultural inputs; investment in basic health; investment in education, power, transport and communication services; and safe drinking water and sanitation (which requires the investment in basic health). Engineering gives us tools to carry out the actions needed in a more effective way. An example of this, is that in developed countries, less than 5% of the population works on supplying food to the whole population, whereas in developing countries, the number is almost 50%. Engineering and education make the difference. A few examples on how we can contribute to the cause, are given in this section.

A. Education

There is a strong correlation between poverty and education. As shown in *Figure 6*, a graph of the study done by the World Bank in February 2017, given a country, the more years in schooling people have on average, the more likely it is to have less poor people. As mentioned in the article 'Extreme Poverty' on the webpage *Our World in Data*, "[...] schooling is one of the strongest predictors of economic well-being, even after controlling for other household characteristics." Moreover, as explained in chapter 3 of the book 'Child Poverty in America Today: the Promise of Education', in a developed country such as the US, "the effects of instruction are not as robust as the effects of family poverty or parent education" in a child's performance in mathematics during kindergarten. This is a mere example of how poverty may effect children's education.

This is why we, as scientists, can contribute to improve the education of children (and adults) in countries that need it. Education in sciences and technology in many

underdeveloped countries is lacking or poor. This education is key to empower young people, as the STEM (Science, Technology, and Math) disciplines give tools to develop a technological industry and research, which brings about overall development. If developing and underdeveloped regions were able to have a strong education in such fields, people could use the knowledge obtained from them to solve their necessities in more efficient ways. We, as scientists, can aid schools prepare educational material to schools in developing countries, satisfying their needs. We can also become teachers at lower levels in the fields of Physics, Mathematics, and Chemistry. The World Bank Group is carrying out many projects to enhance education in different countries. These projects involve from pre-primary education to tertiary education, as well as adult-literacy, workforce skills training, vocational education and non-formal education. An engineering physicist could be involved mainly in improving secondary and tertiary education, by (for example) creating material that would allow sciences to be further-reaching and easier to understand. To put an example, there is a large-scale project started by the World Bank in the Democratic Republic of Congo, named *Quality Relevance of Secondary and Tertiary Education Project*, which aims to “improve teaching and learning of mathematics and science in general secondary education, and enhance relevance of technical and vocational education and training in priority sectors at secondary and tertiary levels”, as explained on the WB’s webpage for the project. The skills in such disciplines earned during our degree (probably in conjunction with further training related to pedagogy), enables us to take part in such projects.

B. Research and Hands-on Engineering

As engineering physicists, we will be ready to pursue a career in scientific research, especially related to physics, or maybe a career in diverse engineering fields. There are plenty of fields from which scientific research could turn into helping poverty. “New advances in scientific fields, such as electronics or nanotechnology, could provide enabling technologies to alleviate poverty on many fronts, if implemented appropriately”, as Dr. David Grimshaw puts it. Innovations have to be prioritized, developed and delivered in a way that they are helpful to the poorest people, to benefit their lives. Some examples of both research and hands-on engineering work, that can be done to improve the subject matter of poverty, are explained below.

For instance, research conducted in the field of biophysics to study how some illnesses propagate, could be of great help to many communities affected by them, as well as any kind of research related to the illnesses that affect most people in underdeveloped countries (malaria, AIDS...). Engineering physicists could work on modelling such illnesses with computer programming, to evaluate their impact and be prepared to take action. Or maybe trying to find an easy way to detect them. Developing methods to swiftly detect such illnesses, and developing a feasible method to cure them, would bring about much more welfare to affected communities. For instance, the company Vestergaard Frandsen has developed products for use in sub-Saharan Africa, such as water filters to waterborne some diseases propagated through unclean water, such as guinea worm. They also developed a kit to prevent AIDS, and to test it. On top of this, they developed bed nets that have insecticide to prevent malaria, and long-lasting insecticides made of fabric. We have the option to become specialists on a wide variety of fields: research on many of such fields can be applied to improving an aspect that causes or is caused by worldwide penury.

Another example would be research on efficient ways to filter and clean water. The pollution of drinking water in many countries is a major problem that causes many deaths (as explained on the Statistics section). For example, in Zimbabwe, the industry has polluted much of the water used for consumption in many regions. In Perú, mines have polluted the water as well. In many countries (i.e. Bangladesh, Nepal, India, China) Arsenic is found in water used to drink. Scientists have found simple solutions to some of these problems. For instance, in the latter case, a US University uses nanoparticles of magnetite (that trap Arsenic) mixed to the water to then remove the Arsenic with a magnet. Any research on how to improve water filters will definitely improve the quality of life of people who need them.

An example of an organization working on economic inequality is Practical Action, from the UK. They work on diverse fields: energy access, food and agriculture, urban and water waste, disaster risk reduction, climate change, and also technology justice. With their technology justice projects, they fight to make sure innovation in technology reaches the poorer people. It is not high-tech, but rather, technology that enables people produce food, have access to water, and keep in good health. They started a campaign to collect funds and to call out engineers to give their own ideas to achieve the goal. Furthermore, with their disaster risk reduction projects, they intend to reduce

the risks of disasters for marginalized groups and communities. They use engineering skills to prepare for floods and cope with draughts (as they destroy houses, crops, stored food... that threaten even bigger food shortages in some communities). They build dykes and protective structures called Spurs (made of local stones tightly packed together) to channel water away and alter the direction of its flow. They also build sirens that help alarm communities, and emergency shelters. On other fronts, they design simple changes to houses to protect them from collapsing during earthquakes in some communities (as shown in *Figure 7*). Moreover, they work with rural and agricultural communities around the world to help them cope with draughts. They implement irrigation techniques, build water storage systems, and rainwater harvesting. They also work on ways to ease water distillation, to install sanitation among the communities (improved toilets, health and hygiene education), and even home composting. Last but not least, they also work on sensors that can be used in agriculture to collect data on environmental conditions (light, temperature, humidity) to help croppers increment their production.

Other projects where engineering skills are needed, are those tackling energy accessibility problems. Energy access is crucial for development, not only as part of more welfare, but also because it provides better access to education and other basic services. For instance, electrical energy enables you to run a fridge. Tackling such issue may involve building and implementing the following: solar powered water pumps, as in drought-affected regions, people have to walk many kilometers to find water, and oftentimes it is water that may make the population turn very ill. *Figure 8* shows a scheme of one of them. It enables access to clean water, and avoids illnesses. It also enables the population to dedicate their time to producing food, or to go to school (in the case of children). On top of this, energy accessibility projects may also involve designing and building improved cooking stoves that save energy and are not harmful, or even implementing smoke hoods (to protect people who need to burn wood or dung to cook from the toxic gases). This is needed as many people have to cook on open fire, which in most cases poses a health danger. As part of our engineering training, we are ready to find alternative sources of fuel to cook. An example of such is biogas (normally cow manure) which is free and sustainable. The apparatus with which it is used (smokeless stove), manages to convert the heat generated into acoustic sounds and then into electricity. Other ways to apply engineering skills in the field of energy accessibility

would be constructing small-scale wind power “plants”, or fireless cookers.

In general, by providing electric energy to communities, they are able to come out of poverty more quickly, also due to secondary effects not always expected. In Nepal, a pilot trial of the smoke-less cooker was implemented. It was observed that 30% of the energy produced was used to charge phones, which ended up stimulating the rural economies, and enabled grass-roots businesses to emerge. Thus jobs were created. SMS communication has been helpful to some communities, for instance to non-governmental organizations that monitored elections; to individuals who had to report human rights violations, to rural communities to exchange information and work on security measures... In this sense, implementing internet connection to communities that don't have it is also an empowering action for these peoples.

There are many other organizations that take part in similar projects, such as Engineers against Poverty.

C. Miscellanea (applied mathematics).

A different way to apply what has been learned during the engineering physics degree would be to use our mathematical knowledge to create and analyze mathematical models on the poverty around the world, or issues related, to contribute to the existent statistics, and to help estimate how they will evolution. An example of a real mathematical model in this field is a mathematical models to assess the impact of poverty on yaws eradication (an illness that was almost eradicated, but in 2005 sprouted out in Congo). A deterministic model was formulated to investigate the impact of poverty on yaws eradication. Results from this theoretical study suggested that if the population of children in the community is dominated by those from resource-constrained families, then yaws eradication will remain difficulty to attain. Thus, more needs to be done in addressing issues such as high fertility rate, overcrowding, poor sanitation, etc. and poverty in general so that yaws epidemic which was successfully controlled several decades ago will cease to reemerge and can easily be eradicated. This is a mere example of another project aimed at tackling poverty, using applied mathematics.

III. CONCLUSION

Worldwide penury is a striking problem affecting millions of people today. It is very important to use our abilities to improve the situation. As engineers and scientists we can help in many different ways. We can do much more than adding to the noise. From education, to hands-on programs, up to applied mathematics projects, we can find ways to help out in many diverse fields. Some of the projects listed in the previous section may involve having to learn something we didn't know how to do, or that we were not taught as part of our formal education. However, this is nothing but an opportunity to learn more on the topic.

If everyone does *their* part, we may reach our outcome, and make this a fairer world for many more people.

REFERENCES

Articles and webpages:

- [1] "Science, Technology and Innovation for Poverty Reduction", *IOP (Institute of Physics, London, UK)*, 2010
- [2] E. Ortiz-Ospina, M. Roser. "Global Extreme Poverty", *Our World in Data*. 2013
- [3] M. Roser, "Happiness and Life Satisfaction", in *Our World in Data*.
- [4] E. Ortiz-Ospina, M. Roser. "Global Health", *Our World in Data*.
- [5] E. Ortiz-Ospina, M. Roser. "Global Rise of Education", in *Our World in Data*.
- [6] <https://www.gapminder.org/dollar-street/>
- [7] <http://data.worldbank.org/>
- [8] <http://projects.worldbank.org/>
- [9] <http://www.globalissues.org/article/26/>
- [10] www.unmillenniumproject.org/goals/index.htm
- [11] <https://ourworldindata.org/slides/world-poverty/#/title-slide>
- [12] www.nationsonline.com/
- [13] <http://www.un.org/millenniumgoals/>
- [14] <http://practicalaction.org/home>
- [15] www.score.uk.com
- [16] www.kiwanja.net
- [17] www.frontlinesms.com
- [18] www.vestergaard-frandsen.com
- [19] www.engineersagainstopoverty.com/

FIGURES

	International Poverty Line as set by World Bank	Basic needs–based indicator	Capability approach	Minimum rights
Focus	Standard of living	Satisfaction of basic needs	Capabilities	Enjoyment of minimum rights
Dimension of poverty line	Single	Single	Single or multiple	Single or multiple
Unit of analysis	Household	Household	Individual	Individual
Allows for diversified characteristics of household or individuals	No	Equivalence scale	Wider class of differences	Wider class: for example, rights of child
Context in which poverty status assessed	Isolated	Isolated	Societal	Societal
Empirical feasibility	Yes	Yes	Probable	Probable

Figure 1 – Comparison between different methods to measure poverty (using ‘monetary’ thresholds vs. alternative methods)

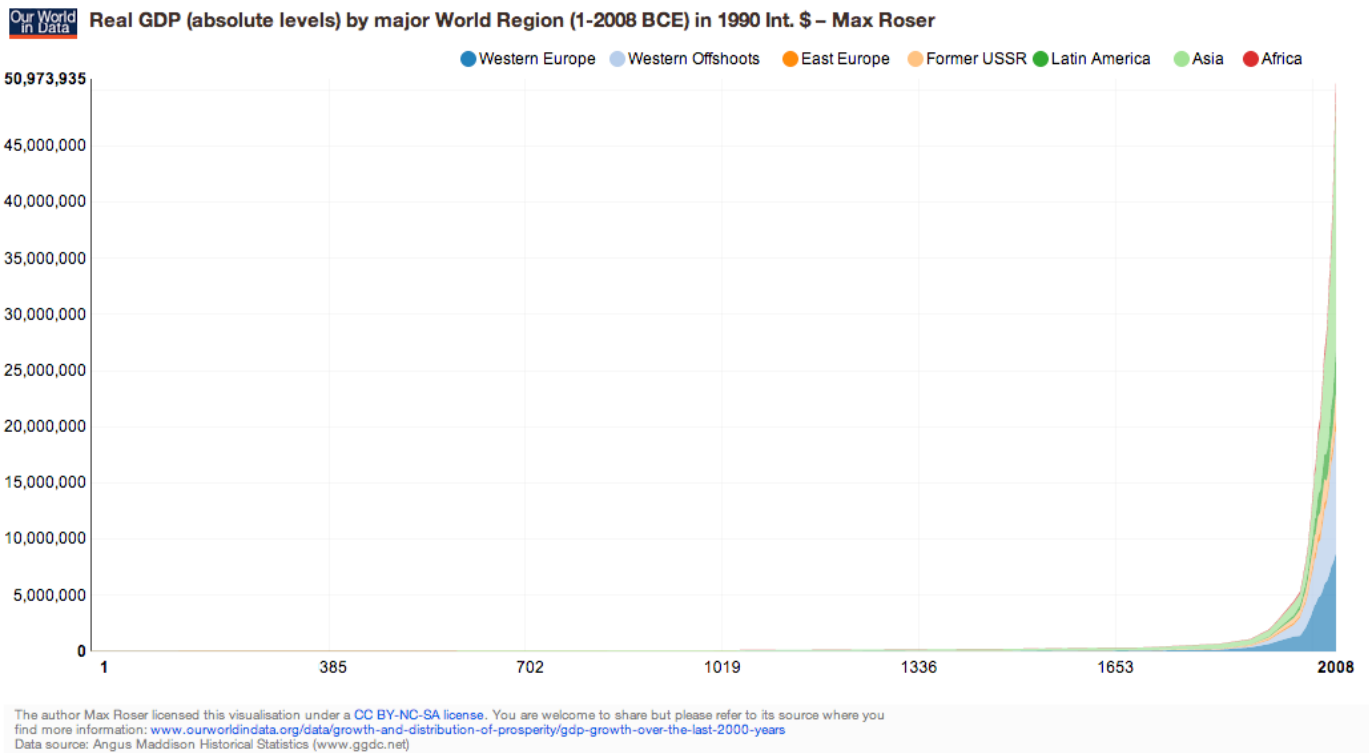
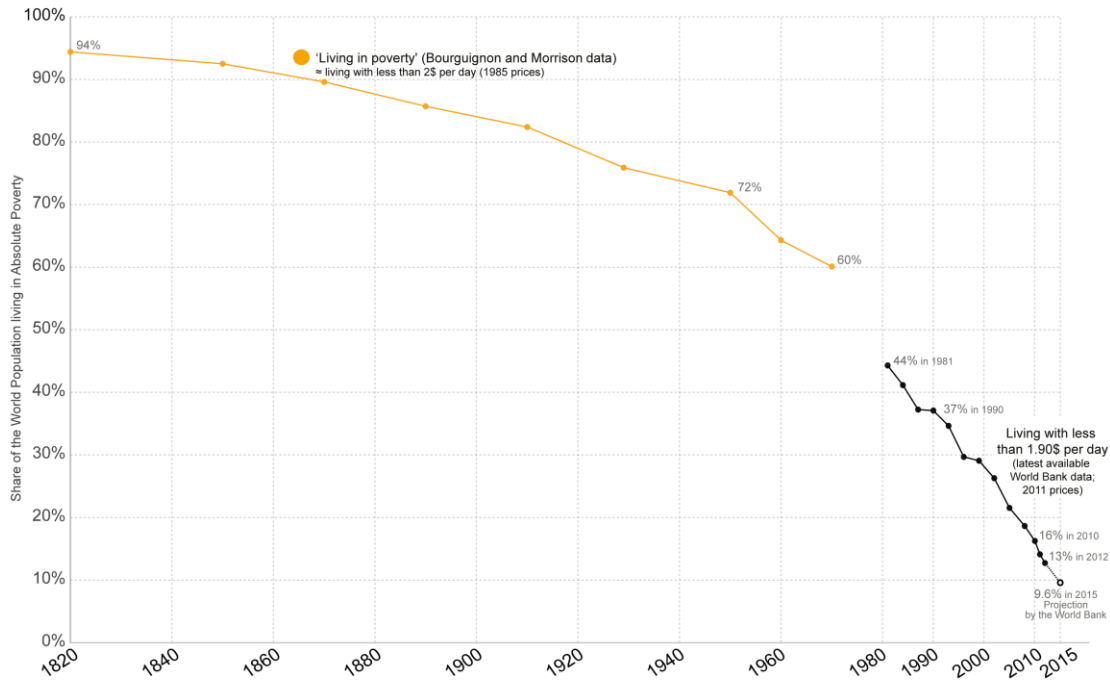


Figure 2- World GDP evolution during the past millennium.

Share of the World Population living in Absolute Poverty, 1820-2015

All incomes are adjusted for inflation over time and for price differences between countries (1985-PPP before 1970; 2011-PPP after 1970).



Data sources: 1820-1970 Bourguignon and Morrison (2002) - Inequality among World Citizens, In The American Economic Review; 1981-2015 World Bank (PovcalNet)

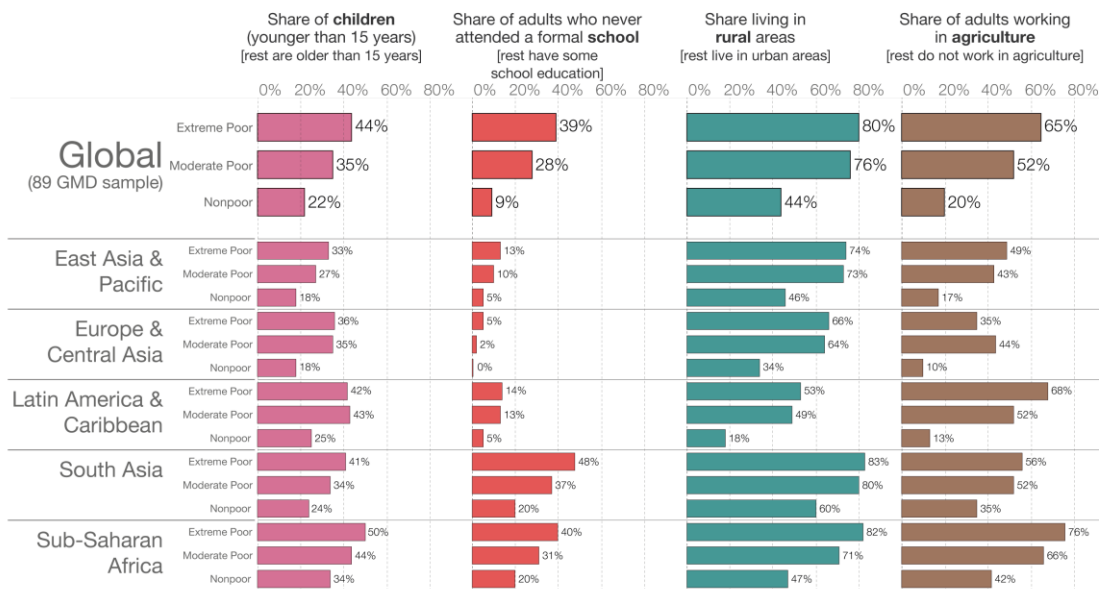
The interactive data visualisation is available at OurWorldinData.org. There you find the raw data and more visualisations on this topic.

Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser.

Figure 3- Share of the world population living in absolute poverty (1820 - 2015)

Demographics of the Extreme and Moderate Poor (in 2013)

- Shown is the share of people with the specified characteristics as a share of the number of people in each income category and world region.
- Population categories correspond to groups within the sample of 89 countries in the Global Micro Database. These include 84.2% of the population in low and middle income countries.
- 'Extreme poor' are those living with less than \$1.90 int. dollars per person per day, while 'moderate poor' live with between \$1.90 and \$3.10 int. dollars.



Data source: Castaneda, Andres; Doan, Dung; Newhouse, David; Nguyen, Minh Cong; Uematsu, Hiroki; Azevedo, Joao Pedro. 2016. Who Are the Poor in the Developing World?. Policy Research Working Paper No. 7844. World Bank.

Notes: All regional estimates are for the sample of 89 countries in the GMD.

* An individual is defined as having no education if she/he has never attended any formal school.

This data visualization is available at OurWorldinData.org where you find more research and data visualisations on extreme poverty.

Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser.

Figure 4 – World demographics of extreme and moderate poverty in 2013

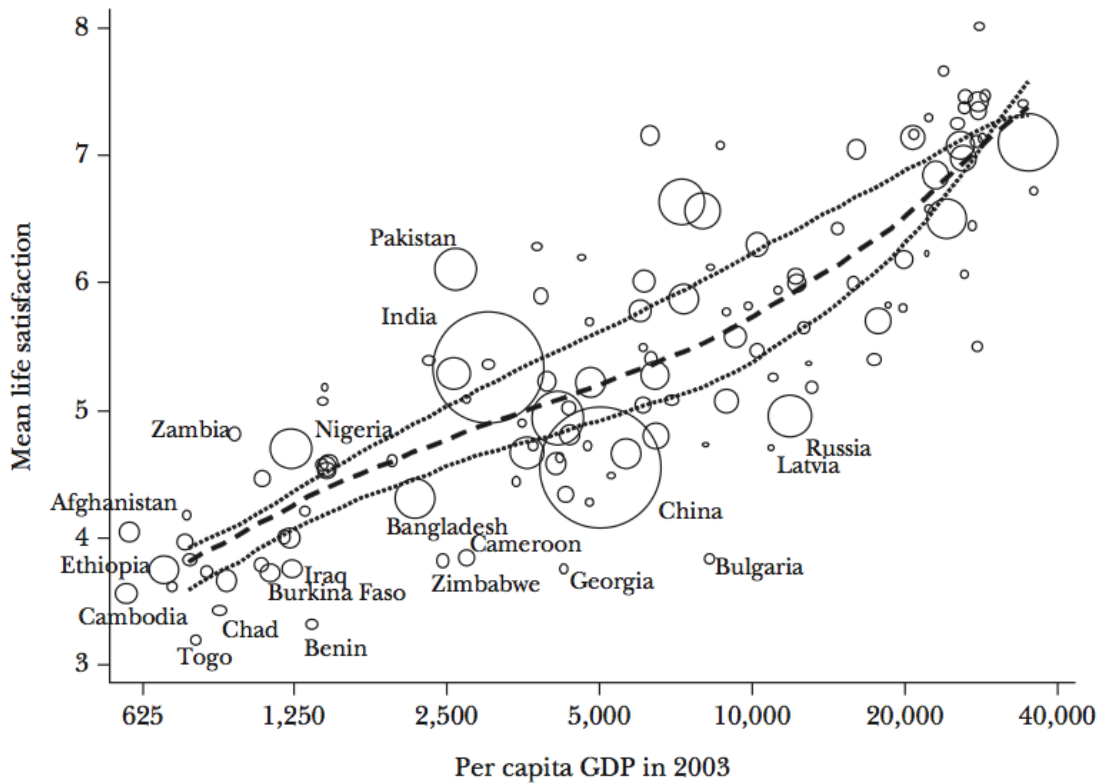
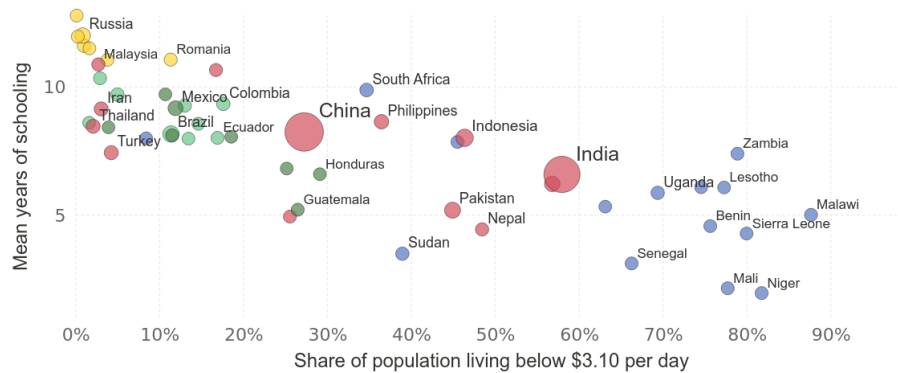


Figure 5- Self-satisfaction on life, for different countries and per capita GDP, 2003.

Poverty vs. educational attainment, 2010

Vertical axis measures the average number of years of total schooling across all education levels, for the population aged 15-64.
Horizontal axis measures the share of population living below 3.10\$ international dollars per day.
Colours represent world regions. Bubble sizes are proportional the total country population.

Our World
in Data



Data source: [Poverty - WORLD BANK \(WDI - 2017/02\)](#), Lee and Lee (2016)

[OurWorldInData.org/extreme-poverty/](#) • CC BY-SA

Figure 6 –Plot of poverty against educational attainment, 2010.

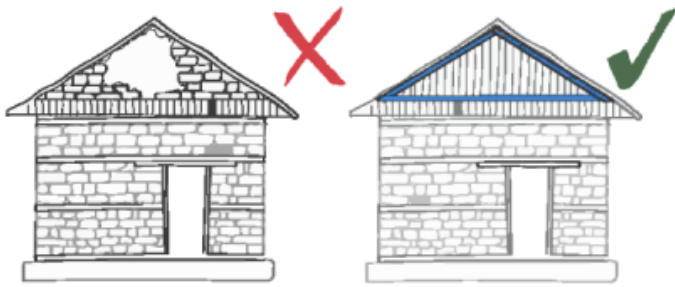


Figure 7 – Scheme of a feasible way to protect houses from earthquakes in some underdeveloped countries.

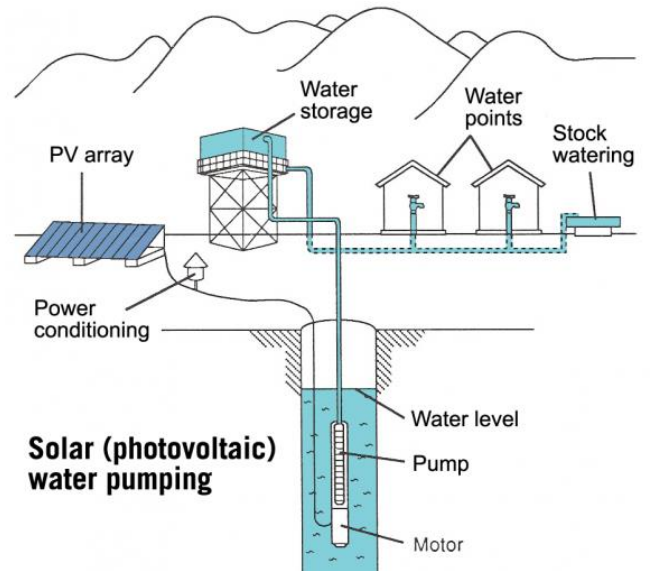


Figure 8 – Scheme of a solar water pumping plant

La petjada del carboni d'Internet

Un problema per a la sostenibilitat

Carles Balsells Rodas

21/04/2017

Introducció

La petjada de carboni, en general és la suma de tots aquells gasos causants del canvi climàtic que són emesos per una persona, empresa, organització o qualsevol circumstància. La totalitat de la petjada de carboni és difícilment calculable degut a la immensa quantitat de dades requerides per a fer-ho i pel simple fet que el diòxid de carboni també pot ser generat de manera natural.

Com ja sabem, els gasos d'efecte hivernacle poden ser emesos a través del transport i la producció de consumició de menjar, carburants, bens manufacturats, fusta, carreteres, edificis i serveis, entre d'altres. Per tal de simplificar-ho, habitualment s'expressen en quantitat de diòxid de carboni, o bé, el seu equivalent en altres gasos d'efecte hivernacle emesos.

Hi ha diversos tipus de petjades de carboni i totes tenen el seu grau d'importància, aquí ens fixarem en la petjada de carboni que es deu a causa de l'ús d'Internet.

És realment un problema?

Alguna vegada t'has parat a pensar quina és l'energia total que es consumeix quan fas una simple cerca a Google?, o pitjor encara, què està passant en realitat quan mires un video de 10 minuts en un servidor de Youtube? La majoria de la gent no és conscient de la gravetat que suposa analitzar el consum a l'hora de fer aquest tipus de preguntes. Anem a fer-ho pas a pas.

Quan estem mirant un video en un servidor de Youtube, el primer dispositiu que sabem que està consumint és el nostre ordinador personal. En segon lloc, de segur que per tal de visualitzar un video s'ha de disposar d'una connexió a Internet, per tant tindrem un dispositiu que es comunicarà amb una cadena de moltes desenes de dispositius més per tal d'establir connexió amb el servidor en el qual hi ha el video emmagatzemat. Suposem que el video que volem mirar dura 10 minuts. Amb l'alta qualitat de video de la qual podem gaudir avui, un video d'aquesta durada és possible que ocupi uns 5GB. Per tant, haurem de tenir en compte que en el transcurs dels 10 minuts en els quals estarem mirant el video, el nostre ordinador estarà rebent uns 5GB mitjançant trames de dades que aniran des del servidor en el qual es troba el video, passant per una gran quantitat de repetidors, com hem comentat anteriorment.

Si fem aquesta analítica per a una sola persona, no resulta un consum massa sorprenent. El problema surt quan ens preguntem quantes persones estan en aquest precís moment gaudint d'un video de 10 minuts. Podrien ser milers, centenars de milers o fins i tot milions, però no ho

sabem. Aquest és un dels principals problemes que hi ha quan es parla de la petjada de carboni d'Internet; no es pot saber segur què està passant en cada moment i això resulta força preocupant.

Internet, un gran consumidor

En els últims anys, Internet ha anat pujant posicions en el rànquing de grans causants de la petjada de carboni. Parlem de 300 tones de CO₂ l'any (dades de 2010); per fer-nos-en una idea, equivaldria a la quantitat de diòxid de carboni que es produiria si tots els habitants del Regne Unit anessin amb avió als Estats Units i tornessin dues vegades. Molta gent té una imatge d'Internet com aquet espai virtual intangible però la realitat és bastant diferent. Internet no és més que una gran base de dades global on tothom pot guardar, consultar i modificar informació. Aquesta base de dades requereix de servidors físics on guardar tota aquesta quantitat d'informació igual que una gran infraestructura per mantenir el sistema i fer-lo al abast de tota la gent.

I no només això, avui dia gran part de la indústria tecnològica i informàtica dissenya i construeix els seus productes amb Internet com a un dels conceptes claus a tenir en compte. Això es tradueix a una gran demanda de components que interaccionin amb Internet.

Podem classificar l'origen de l'emissió de carboni d'Internet en tres grans grups. El primer és la construcció i transport de components que tenen com a finalitat servir d'alguna forma a Internet. Aquets poden ser servidors, ordinadors o dispositius smartphone/smarttablet. El segon grup és tota l'energia i refrigeració necessària per al òptim funcionament dels servidors i dispositius. Aquesta energia es genera mitjançant carbó, gas natural o petroli. L'últim grup està format per la manipulació de les dades d'Internet, ja sigui afegir-ne noves, modificar-les, eliminar-les, o fins i tot simplement consultar-les. En l'anàlisi que hem fet anteriorment podem identificar els tres grups fàcilment: en primer lloc tindriem el cost dels equips (ordinador, servidor i repetidors), en segon lloc tindriem l'energia consumida i la necessària per a refrigerar els equips, i per últim tindriem el cost d'enviar datagrames d'un repetidor a un altre. L'últim grup esmentat és de vital importància ja que en el món que vivim s'estima que 1'5 billons de persones al voltant del món estan connectades (s'inclouen els bots) i utilitzen Internet. De fet, es creu que la petjada de carboni deguda a Internet creix un 10% anualment. S'ha pogut arribar a estimar que mirar una pàgina web amb imatges o vídeos pot arribar a generar 2 grams de diòxid de carboni per segon, una cerca de Google pot arribar a representar

7 grams d'emissió, un email equival a 4 grams, entre altres... Si ho multipliquem per tots aquests tipus d'accions que es fan anualment, els resultats són realment preocupants.

Per tant, podem deduir que el factor Internet dins la temàtica del canvi climàtic no és menyspreable. Tot i això, no n'estem pas parlant de manera exacta, ja que és molt complicat poder arribar a conèixer el nombre de tones de diòxid de carboni que, realment s'arriba a gastar. Aquest fet, no es deu únicament al fet que en el factor Internet consisteixi en milions o inclòs bilions de màquines que tenen algunes empreses, sino que també, encara que coneguéssim tot el que consumeixen aquestes màquines, ens faltaria saber tota l'energia consumida en els treballs que no "depenen d'Internet" com per exemple, el fet de produir i guardar un document word. De totes maneres, hi ha una gran part que sí podem calcular amb certesa. En aquest cas, ens fixarem en els centres de dades mundials (World Data Centre). Un centre de dades és un edifici ple de servidors que emmagatzemen un gran nombre de pàgines web, bases de dades, arxius descarregables, aplicacions en línia, etc. Aquests fan possible tot que tot el que podem veure mentre executem el nostre navegador funcioni. Com és d'esperar, utilitzen una gran quantitat d'electricitat, tant per mantenir tot el sistema en funcionament com per mantenir el gran sistema de refrigeració que requereixen per tal de no sobreescalfar-se. Aquests centres de dades constitueixen gairebé una quarta part de l'energia consumida (i el diòxid carboni emès) per la informació i comunicació tecnològica, considerant-ne tot el sector. Avui en dia però, els ordinadors d'arreu del món consumeixen encara més energia, arribant al voltant del 40% del total de l'energia consumida pel sector del ICT (informació tecnològica i comunicació) i el 0.8% del CO2 emès globalment. Si decidíssim aturar tota activitat en línia de la meitat de tots aquests portàtils i ordinadors, juntament amb les emissions dels centres de dades que feien possible la seva connectivitat, aleshores Internet reduiria fins a l'1% totes les emissions de CO2 que gasten tots els combustibles fòssils.

Conclusió

Podem considerar que actualment el món necessita Internet. Un cop vista tota la petjada de carboni que provoca el consum d'Internet podem començar a pensar: Què puc fer jo per ajudar a reduir el consum? En realitat, com a usuari poca cosa es pot fer, ja que hem vist que el que afecta al consum no és un sol video de 10 minuts, sinó aquest mateix video multiplicat per milions d'usuaris.

Si ens fixem en els estudis, es diu que la petjada de carboni deguda al sector de la informàtica hauria d'augmentar un 60% al 2030. Per sort, algunes companyies han estat explorant

tecnologies que permetin extreure tota la calor generada en els centres de dades (estem parlant de molta energia) i utilitzar-la per a escalfar els edificis propers, reduint així la necessitat de sistemes de refrigeració interns.

En general, es coneixen poques solucions a l'hora d'afrontar aquest tipus de problemes relacionats amb el consum massiu de dades d'Internet, ja sigui perquè la gent no està prou conscienciada amb aquest assumpte o perquè és un problema força recent. És feina nostra plantejar bé el problema, i analitzar les opcions que tenim per tal de proposar solucions sostenibles que permetin seguir fent un ús de les noves tecnologies de forma que afectin el mínim possible al medi ambient. Personalment opino que trobar una solució eficient és una feina molt difícil i el problema és greu; i no estem li donant tota la atenció que aquest fosc costat del gran gegant de la tecnologia es mereix.

Referències

M'agradaria citar dos articles, els quals m'han ajudat a la redacció d'aquest petit document i recomano la seva lectura:

<https://www.theguardian.com/environment/2010/aug/12/carbon-footprint-internet>

<https://www.theguardian.com/technology/2009/may/03/internet-carbon-footprint>

Pau Batlle

Abstract — In this article, a brief introduction to planned obsolescence is given, and some of the ideas hidden beneath it are used to discuss concepts in the foundations of research and education. A discussion on the validity of whether these foundations are appropriate to sustain the scientific world is also included.

I. INTRODUCTION TO PLANNED OBSOLESCENCE

PLANNED obsolescence refers to different strategies used by companies to deliberately reduce the useful life of the goods they produce in order to obtain economic benefits by shortening the replacement cycle in customers and therefore increasing sales. Mathematical studies^[1] suggest that it is a profitable strategy once a certain degree of monopoly is achieved by a company in their field.

The procedures mentioned can range from decreasing the durability of the product even before its release to the market to making the product nearly impossible to repair, and can include the addition of components that render the product unusable after certain time. There is however one particular case of planned obsolescence which does not just modify the product and achieves its objective by influencing people.

It is important to distinguish between these two types of planned obsolescence: the first one consists of everything commonly referred as “design for the dump”, which includes basically altering the product to shorten its useful life, whereas the second one consists of a set of strategies that, while not necessarily altering the product, convinces people to buy a new product even when their owned device still works, convincing them that their product is old or not fashionable anymore.

Perhaps some examples will help to clarify this distinction. *Samsung* printers malfunctioning early^[2], *Apple* phones being incredibly hard to repair^[3], or *WhatsApp* stopping support to old Android devices^[4] are examples of the former category, whereas *Apple* products being frequently released (even with small changes between products rather than the purely aesthetical ones) or some videogame franchises releasing very similar games from year to year can be examples of the latter.

This very last example is particularly interesting because it has not gathered the media attention of some of the others. For instance, the football franchises *FIFA* or *PES* release a new videogame every year with small improvements and updated squads. This could clearly be

a patch of the already owned game, but it is sold as another full-price product, rendering the previous game “useless” since it does not get any major updates by the company once a newer game is out. Designing for the dump is clearly an interesting topic which can lead to enriching discussions¹, but in this article we will focus a bit more on the second type of planned obsolescence, since it will be compared to some of the main ideas which lead education and research in the recent days. We will see, however, how the designing for the dump idea can be relevant in these fields as well. From now on, the word “novelty necessity” will be used to refer to this second type of planned obsolescence.

II. INTRODUCTION TO THE IDEAS IN PLANNED OBSOLESCENCE

At this point the ideas beneath novelty necessity should be examined, both in the case of the manufacturer and the costumer, focusing maybe more in the latter one, since it is the necessity of always owning the newest products what is hiding behind the way research and education work nowadays.

In fact, the action plan of those who create the product is fairly simple, they are just using a technique to increase their benefits, something that (mostly) all the companies want to do one way or the other. This technique, finding a way to make people buy all of their products by making them think that it is a necessity to own the newest model, can even be thought as a kind of advertising. There are little things that can be done to prevent companies from performing such techniques, since, in principle, it can be argued that it is the customer’s fault if they decide to buy a new product while their previous one is still working (Assuming that the company does not shorten the useful life of the product on purpose, this is, they do not “design for the dump”). However there are some marketing campaigns that probably force this effect in more plastic minds such as kids or teenagers. Whether this should be more regulated is not discussed here, but an extensive analysis of the effects of this kind of advertisement on kids can be found on ^[6].

Everything gets a little more complicated if we try to observe the same situation from the perspective of the consumer, because it all breaks down to answer one not so simple question: why would someone who does not

¹ The author particularly recommends the documentary “The Lightbulb Conspiracy” ^[5], filmed partly in Barcelona, and co-produced by the French, Catalan and Spanish televisions

need a new product buy it just because it is new? Do we like new things just because they are new, and if so, why? Turns out that it is not that easy. Saying that we do always like new things is just fairly oversimplifying the affair (and it is not actually true). In fact, it can be argued that we like them but not if they are really new. First of all, it has been shown^[7] that receiving a stimulus of something new activates certain parts of the brain, and therefore there is an specific response to novelty. That does not imply however that such response has to be positive. It is not hard to find examples where people reactions to novel features were treated negatively by costumers. For example, *Facebook* received lots of criticism^[8] upon making an interface change back in 2008, and there were even groups of millions of people trying to reverse it. However, there is no doubt today that the change turned out to be the right decision: the old design would probably not look “modern” enough in today’s internet, discouraging new users. Professor Harry Beckwith^[9], author of five books, has deeply researched this human behaviour of enjoying slight changes but refusing sudden, big changes. He argues that all horror movies take advantage of this phenomena: the movies start with something utterly familiar, then everything proceeds normally to lull us into a feeling of familiarity, and then things turn unfamiliar. This sudden shift from the familiar to the unfamiliar jolts us during the movie. In conclusion, it seems that while novelty necessity is definitely present in today’s society, big sudden changes do not satisfy all costumers. Back into the company’s perspective, that implies that maybe improving a product too much is not the best option to obtain the maximum benefit.

There is however another completely different aspect that we should take into account before we jump into analysing how are all these patterns affecting research and education, which is to overlook the process and concentrate on the result of this process. This is common in various aspects of today’s society. As if back to Maquiavelli’s “The end justifies the means”, people usually will not try to think about the process a product has to undertake before reaching them, even less think of possible consequences for other people or the world of buying more than needed. This is actually really dangerous, and it is present in very different parts of the society (as we will discuss in the next section). People preferring a small discount on the final price rather than being ensured decent conditions of the people who worked in the creation of the product can really backfire us as a society.

III. INFLUENCE OF THE IDEAS IN RESEARCH AND EDUCATION

Having analysed the novelty necessity and the focus on the results, it is time to think about how research and education are affected by these ideas. Let’s start by recalling what is the typical process of publishing research: a group of people design and perform an experiment and if the results are good enough (we will go back on what does “good enough” mean later on) they write a scientific paper, send it to one or various journals, where the paper, prior to being published, has to succeed in the peer review stage (topic expert referees analyse the paper to check whether it will be published or not). If everything works as intended, the paper will be published.

There are however some problems in this method: some of them are easy to spot and other have to be found digging through what scientists consider a good paper.

The first problem we encounter is that publications are usually a way of measuring the impact of a scientist in its field. The h-index is a very common way of measuring this impact while also taking into account the importance of the papers written, and additionally in some top research centres scientists “must” publish a certain amount of papers to keep their job. This basically implies that research will be biased towards something *worth a publication*. Here comes the second problem: bias can induce to false results, and even worse, make these false results harder to spot. As it is well-known in some fields of academia, and as John Ioannidis explains in “*Why most published research findings are false*”,^[10] there is an arbitrary threshold in papers involving statistics to decide whether results are significant. This is, given some data, one usually would like to have a measure on the probability that the data implies some correlation between variables, and p-value is usually used for that. It became widely accepted that studies with a p-value smaller than 0.05 (this, oversimplifying, implies that there is just a 5% chance that the results are obtained by pure chance) are significant and therefore *worth a publication*. However, science is not most appropriately described by p-values, even though there is a common trend to interpret science solely on these numbers. The fact that obtaining values below this threshold can usually lead to a publication induces a heavy amount of bias in the researcher (who, as mentioned, is really benefited from having a paper published), which may lead to unconscious modifications of the experiment to try to obtain this result. For example, suppose that the researcher does some tests and obtains a p-value of 0.07. Obviously, he will try to test more cases to try to lower that value. Suppose it does so and after some fluctuation the p-value goes just a bit lower than 0.05. Then the objective will be achieved and a paper will be published. However, it is

probable that if upon reaching the threshold the researcher had continued gathering data, the p-value could raise again. That significantly increases the probability of false positives already given by the arbitrary 0.05 barrier. Another major bias that comes from deciding how good has a research to be in order to be published is that there are barely publications about negative findings (this is, for instance, hypothesis not verified) which on the one hand it generates bias towards positive results, and on the other hand it does not help collaboration at all, because suppose that two teams in different parts of the world are trying to obtain some information about a material, then it is reasonable to share both the tests that the material has passed and the tests that the material has not passed, because that would avoid extra unnecessary work. Additionally, even knowing that (at least) some of the papers out there are wrong, there is generally no interest in reproducing again a previously performed experiment because that can hardly ever lead to a publication.

All in all there is some bias that we induced in research once we decided that publications were at least as important as findings. The relationship between this problem and planned obsolescence described before should be obvious at this point. With products, we needed novelty, new exciting products to throw the old ones at the bin, without caring whether they can continue working or not. In research, we need novelty in articles, because checking old ones or finding negative results is sadly not a thing of interest. We mentioned earlier how people are sometimes more interested in the result than in the process, it is arguable that sometimes scientists fall in the same trap as well, and the possibility of publication of a paper blinds them in their research, which is a shame. There are some studies^[11] which try to quantify the magnitude of the tragedy, and their results are, to say the least, frightening. Additionally, Thomas Kuhn, one of the most influential epistemologists of the XX century, makes a related point in “The Structure of Scientific Revolutions”^[12], where he concluded that science doesn't progress steadily because scientists lock into paradigms. For a breakthrough to happen, that generation must be replaced by a new one that challenges this old orthodoxy. His ideas suggest that while doing research, we might also be terrified of the very new.

There is unfortunately the footprint of these ideas in education as well. Especially in high school level, there is far too much “teaching to the test”, this is, teaching students how to do the test rather than teaching the actual subject. Again, this is because it seems like the most important part of the process is the result (in this case, the final mark), and therefore one must prioritize obtaining a high mark rather than learning. Not to

mention that University sometimes makes similar mistakes: trying to create a degree so wide that the students lose the sense of what they are doing and feel like coursing nanodegrees in different subjects. This is unfortunately the case of *Enginyeria física*, where the feeling of the student is that rather than going up a tree of knowledge and then having a look at some of its branches one just jumps from leaf to leaf without a reasonable pattern, just because it sounded nicer to include the “key topics” in the curricula rather than actually trying to find what is really the core of joining physics and engineering and extending from there, leaving the impression that it was a good idea that could have been executed much better. It is nice to say that “L’enginyeria física és la forma que la naturalesa ha escollit per explicar-se a si mateixa” in the media, but it would also have been nice to have a degree capable of fulfilling the hype it created in terms of excellence and quality of studies. Although I am really enjoying the experience of coursing this degree, it upsets me that I am probably not able to solve problems of thermodynamics now, a subject I coursed in the last semester, because I was probably not encouraged enough to learn for anything else than being capable to solve the problems the day of the exam. It’s surely in part my own fault, but I feel like some subjects are just too much focused on solving problems in the exam day, making it hard for me to try to study them in a different way. I do not want to imagine how worse the situation is the other degrees, but I am quite sure that it is indeed worse, which makes me fear that scientists and engineers are not individuals capable of thinking because they were taught to, but just people who were able to pass tests in some random days in their lives. I will try to do more on my part, maybe redesign my study so I do not feel that I am “studying for the dump”, but I would say that *Enginyeria Física* should also motivate it, at least if it wants to come close to the top-tier degree it likes to be seen as from the outside.

IV. OVERALL CONCLUSIONS

Planned obsolescence carries some ideas which are quite more dangerous to a society than what can initially seem. Novelty necessity and design for the dump are patterns that, when being analysed thoroughly, can be similar to phenomena in research and education that decreases their quality. In particular, doing research only for the publications or teaching or studying just to pass an exam are good examples of such practises.

We should not become addicted to novelty nor fear it. In a society where people design for the dump, we should not let engineers and scientists to be designed for the dump during their education as well, maybe as a first step so they do not design for the dump in the future.

V. REFERENCES AND BIBLIOGRAPHY

- [1]** Bulow, J. "An Economic Theory of Planned Obsolescence" (1986) *The Quarterly Journal of Economics*. New York: John Wiley & Sons, Inc. 101
- [2]** Wild, D. "Laser Printer DIY Imaging Drum Unit Reset" [<http://www.instructables.com/id/Samsung-CLP-365-Laser-Printer-DIY-Imaging-Drum-Uni/>]
- [3]** Mello, J. "Apple May Be Getting 'Repair, Don't Replace' Religion" [<http://www.technewsworld.com/story/79385.html>]
- [4]** Lal, A. "Whatsapp to kill support for these smartphones by the end of 2016". [[http://gadgets.ndtv.com/apps/features/ whatsapp-to-kill-support-for-these-smartphones-by-the-end-of-2016-1634146](http://gadgets.ndtv.com/apps/features/whatsapp-to-kill-support-for-these-smartphones-by-the-end-of-2016-1634146)]
- [5]** "The lightbulb conspiracy" (documentary) [<https://archive.org/details/PlannedObsolescenceDocumentary>]
- [6]** Palmer, E. et al. "Report of the APA Task Force on Advertising and Children" [[http://www.apa.org/pubs/info/reports/ advertising-children.aspx](http://www.apa.org/pubs/info/reports/advertising-children.aspx)]
- [7]** Bunzeck, N., Düzel, E., "Absolute Coding of Stimulus Novelty in the Human Substantia Nigra/VTa" (2006) *Neuron*
- [8]** "Petition against Facebook redesign fails as old version disabled" [<http://www.nma.co.uk/Articles/39583/Petition+against+Facebook+redesign+fails+as+old+version.html>]
- [9]** Beckwith, H. "Do we love new things?" [<https://www.psychologytoday.com/blog/unthinking/201102/do-we-love-new-things>]
- [10]** Ioannidis, J. "Why Most Published Research Findings Are False" [<http://journals.plos.org/plosmedicine/article/file?id=10.1371/journal.pmed.0020124&type=printable>]
- [11]** Vandenbroucke, J. "When are observational studies as credible as randomized trials?" (2004) *Lancet* 363: 1728–1731
- [12]** Kuhn, T. "The structure of scientific revolutions" (1962)

Educació de Qualitat i Enginyeria

M Bosch, Enginyeria Física, UPC

Com jo crec que els enginyers, i sobretot els enginyers físics, podem incidir en l'educació per tal de fer-la de major qualitat.

Fa molt temps que em balla al cap la manera que tenim d'ensenyar als nens, a les escoles, entaulats i envoltats de llibres. No seré jo qui parli aquí sobre pedagogia Waldorf o altres similars (reconegudes com algunes de les millors del món) bàsicament perquè crec que no té a veure amb l'enginyeria, o almenys amb l'enfoc que hi vull donar, així que em limitaré a deixar-ho com a referència.

El que més em fa patir és la manera com s'ensenyava matemàtiques, física i ciència en general a les escoles i instituts. La meua experiència ve d'una escola pública, desconec si en altres escoles es practica una metodologia diferent, però a Catalunya, per exemple a l'any 2013, un 67% dels alumnes anaven a l'escola pública, i un 28% a l'escola concertada, on pel que conec, si fa no fa la manera d'ensenyar és la mateixa, i només un 5% participaven de l'escola privada. Així doncs, en el meu comentari hi englobo un 95% dels alumnes de Catalunya.

A banda del comentari típic i cert sobre el balanç teòric-pràctic d'un curs de per exemple, química de 1r de Batxillerat, on els alumnes aprenen les normes d'ús del laboratori i com s'utilitzen els diferents materials que hi ha sense haver trepitjat mai cap espai així ni haver vist cap dels instruments, a part de tot això, pateixo per la manera en que aprenen. Recordo que els meus professors de matemàtiques durant la ESO em van agradar, però a d'altres classes, els professors eren els que feien biologia, química o fins i tot els d'art. I amb això no vull dir que no estiguessin capacitats per ensenyar el temari, de fet sé de primera mà que el dominaven, el problema va més enllà. El que jo proposo és que als alumnes se'ls ensenyi amb més cor que seny, que constantment se'ls expliqui coses que van més enllà del temari, per despertar la seva curiositat, per a que entenguin la importància d'estudiar el que els estan ensenyant. I això no s'aconsegueix amb professors obligats (perquè no en tenen cap culpa) a convertir-se en multidisciplinaris. Amb això busco evitar la frase que vaig sentir mil cops dels meus companys de classe: "A mi de què em serviran les mates?". Doncs aquí es quan descobreixen que tenen mil aplicacions, que resoldre equacions de segon grau serveix, per exemple, per saber quant

triga a caure una pedra des de la seva mà al terra, i molt més. O l'altra frase, quan acabem 4t d'ESO i escollim batxillerat, un dels meus amics em va dir: "No saps com de feliç sóc ara que ja no faré mates mai més". I això indica inequívocament que alguna cosa s'està fent malament.

Quan vaig descobrir què eren les proves Cangur i m'hi vaig presentar, em vaig adonar que les matemàtiques de classe s'allunyaven molt de ser interessants com aquestes proves. I ara penso, perquè no dediquem una hora de classe a això? Crec que això serveix una mica com a contraexemple.

Així doncs, jo el que crec és que els enginyers, i dic sobretot enginyers físics perquè són els que més conec i sé que complirien amb el que penso, hem de passar a ser professors de matemàtiques, de física, de química a les escoles si és el que ens apassiona, i intentar transmetre-ho als nens.

A més, com a afegit a això, si aquests enginyers que passessin a ser professors estiguessin compromesos amb altres objectius més propis de la sostenibilitat, qualsevol dels altres 16, podria incidir moltíssim en els infants per a fer-los a ells també compromesos. Això em recorda a la frase de classe de "L'educació ni és ni pot ser neutral". D'aquí en remarco un que crec que és important en els enginyers, la igualtat de gènere. La feina de l'enginyer-professor que descriu inclou tallar d'arran qualsevol actitud o comentari sobre que els enginyers/matemàtics han de ser homes, i de fet hauria de vetllar perquè mai cap nen de la classe tingués el més mínim pensament en aquesta direcció. Cal recordar que un infant ho aprèn tot, i per tant si desenvolupa actituds discriminatòries és perquè d'alguna manera o altra li han ensenyat.

Vull utilitzar aquest escrit per buidar coses que ara, en perspectiva, veig sobre la meua escola. Recordo un dia a quart d'ESO que teníem l'optativa d'ètica i ciutadania (que per cert, altre tema a parlar del sistema educatiu, aquestes optatives que cada any canvien de nom), i curiosament coincidia amb campanya electoral, no recordo de quines eleccions. El cas és que al pati de l'escola, per fora de la reixa s'hi enganxaven cartells de partits polítics, i l'endemà de començar la campanya va aparèixer tot l'espai ocupat per cartells de Plataforma per Catalunya. Uns companys de la classe en van arrancar un parell, se'ls van endur a classe i, a part de fer algun tipus de salutació feixista (a la qual trauria importància ja que dubto que sapiguessin què vol dir), van originar un debat a classe sobre el racisme. El cas és que a la meua classe potser una quarta part

de les persones eren d'origen llatinoamericà i potser en total un terç eren de fora d'Espanya. Els dos nois en qüestió van començar el discurs de: *"Els que et roben quan vas pel carrer mai són d'aquí"* i coses semblants que ara ben bé no recordo. El que sí que recordo són algunes coses que passaven paral·lelament: un parell de noies de la classe, originàries d'Ecuador, plorant dissimuladament, un amic meu incapaç d'expressar-se i controlar el rebuig que estava sentint en aquell moment, també plorant, i jo contestant com podia fent el possible per a que la classe veiés que no tenien raó, ja que estaven monopolitzant la conversa. I la professora, mentrestant, callava i deixava debatre. I aquí és on jo recupero el fil de l'exemple: si la professora, en aquell moment, estava essent neutral, s'equivocava de mig a mig. Ella hauria d'haver mostrat als dos joves de quinze anys les absurditats que estaven dient, tallant d'arrel, com deia abans, qualsevol tipus d'actitud racista. Ella NO havia de ser neutral.

A tot això, no vull ser tant egocèntric com per dir que amb un enginyer de professor no hauria passat, això va més enllà del que hagi estudiat el docent. Una escena així no ha d'ocórrer mai més en una escola, i menys una escola pública, on sabem que és on més alumnes hi ha. És clar que si a casa l'infant creix sota un ambient racista/masclista, a l'escola hi ha poc a fer per tal que el nen canviï de parer, però un mestre (i més el d'ètica i ciutadania) ha d'estar preparat per poder rebatre aquest discurs i reprimir qualsevol tipus d'actitud discriminatòria. I en això crec que els enginyers no destaquen, i crec que també s'hi ha de treballar. Una xifra que pot ser interessant a apuntar, també, és la del percentatge de professors homes i professores dones en el sistema educatiu l'any 2014, si bé ara no deu ser gaire diferent (i aquí ja no cal distingir entre centres públics, concertats o privats) ja que el 71'6% del personal docent és femení, i si mirem concretament a l'escola primària, la xifra s'eleva fins al 80'9%. I sobretot a l'escola primària és on més em preocupa, ja que els nens poden créixer amb la falsa impressió que els homes no són professors de primària, no ho han de ser. La memòria em falla però juraria que a primària, quan ens preguntaven què volíem ser de grans, les úniques persones que deien mestre d'escola eren noies. I és que els nens són molt sensibles a aquest tipus de coses i hem de vetllar que no ocorrin. Ara bé, la situació oposada (que ja té més a veure amb l'enginyeria) tampoc és bona, ja que gran part dels professors d'universitat en àmbit polítècnic són homes, i també podria donar la falsa impressió de que els professors d'enginyeria han de ser homes, si bé aquest fet no em preocupa tant perquè a la universitat les persones tenen suficient capacitat com per entendre que no és així. Del personal universitari l'estat ja no ofereix xifres tant concretes i barreja estudis secundaris i universitaris en un mateix pot, on el personal femení és del 59'7%. Tot i que no he sigut capaç de trobar-ho, en algun lloc segur que podem trobar les dades de quin percentatge del personal investigador de la UPC és masculí i quin és femení, i de ben segur que

descobriríem que també hem de treballar molt en aquesta direcció.

Més enllà de tot això, sento que jo, com a enginyer, puc aportar molt en l'educació ja que sóc, en el meu temps lliure, un cap de l'Agrupament Escolta del meu poble. La meva tasca com a educador va molt enfocada a tallar d'arrel les actituds que he criticat més amunt, i al conviure tantes hores amb els infants, tinc un poder molt gran d'incidir sobre ells, és per això que tots els caps del Cau vigilem moltíssim que els nens mai ens vegin fumar ni beure, ni dir paraulotes ni res d'això. I aquí també crec que els enginyers podem implicar-nos-hi. Sé que estic explicant moltes coses que no tenen massa relació amb l'enginyeria, però en el món que ens espera en el futur ningú dubta que els enginyers seran (si no ho són ja) una de les peces més importants, així que jo, com a enginyer i educador a la vegada, crec que puc incidir molt fortament en els joves. Primer, en aquells que tenen al cap que els agrada la natura i que els interessen les matemàtiques, etcètera. Si coincideix que a la meua unitat hi ha un nen o nena així, no el deixaré escapar i faré tot el possible perquè cada cop li agradi més aquest món, fins que s'hi vulgui dedicar. I segon, amb la meua responsabilitat com a educador treballaré per a que ell desenvolupi responsabilitat també sobre el medi ambient, la sostenibilitat i les relacions humanes, fent així que creixin cap a on jo crec que els enginyers hem de ser forts, en estar implicats més enllà de l'empresa o feina en la que estiguem ocupats i desenvolupar un compromís en relació amb els altres 16 objectius presentats a classe. A més, m'encanta fer-ho perquè sé que soc capaç de captar l'atenció dels infants amb les coses que sé. Hem fet mil cops experiments de física i química amb estris del dia a dia, i he conversat amb ells, fent-los interessar per coses de l'àmbit enginyeril.

Recordo especialment un nen, que fa cosa de tres setmanes em va preguntar: *"I tu miquel, què estudies a la uni?"*. Ja estic acostumat a que la primera resposta no deixi content a ningú, així que em va dir: *"I perquè serveix l'enginyeria física?"*. Llavors em vaig gratar el cap fins que vaig saber què explicar-li. Li vaig dir que una de les signatures, per exemple, estudiava com es mouen els àtoms en un sòlid pel fet d'escalfar-se. Però en el fons jo estava pensant: *"Ja et tinc, t'encoratjaré a ser enginyer i m'encarregaré de que no perdís aquesta curiositat de preguntar-me sobre coses així"*. Amb un altre recordo compartir un viatge llarg amb autobús seguint la Noguera Pallaresa amunt, i després de passar per la presa del pantà de Terradets li vaig dir: *"T'has fixat com és la presa? És una presa de gravetat, amb un gruix descomunal per aguantar tota la pressió de l'aigua. Això és perquè és una presa antiga, ara es fan preses de volta, que són curvades i permeten gastar molt menys ciment en la construcció ja que poden ser més primes"*. I a ell també el vaig tenir. Els següents 5 dies de campaments no va parar de preguntar-me sobre les preses

d'aigua i sobre la construcció, que si materials o si turbines. Ara, però, em queda una altra part de la meua feina amb ells, igual d'important, que és la de fer créixer en ells un compromís social que faci d'ells uns veritables enginyers segons el meu punt de vista. Evidentment, si la seva vida els porta cap un altre àmbit que no sigui la ciència o l'enginyeria, almenys la part social se l'enduran en el seu camí.

Una altra cosa que l'enginyeria pot aportar a l'educació és, evidentment, la capacitat dels enginyers de gestió i de prendre responsabilitats, importantíssimes dins el sistema educatiu actual i qualsevol altre sistema. Sé que l'analogia que faré ara careix de sentit però a vegades m'agrada pensar coses encara que no siguin necessàriament certes. M'explico: dels 350 diputats del Congrés dels Diputats, només 28 han estudiat una carrera d'àmbit polític. Evidentment no té perquè tenir res a veure amb la mala gestió del país, però m'agrada pensar que si el nombre d'enginyers al capdavant del govern i del parlament creixés, funcionaria millor. També és cert que cada cop més els estudiants d'Enginyeria Industrial ocupen llocs de feina que serien més propis de gent que hagi estudiat Economia o Direcció D'empreses, però aquesta capacitat que he esmentat més amunt és la que fa que això passi, i en el sistema educatiu hi ha molt camí pel davant.

Per últim, crec que l'enginyeria i l'educació haurien d'anar més de la mà, de tal manera que els infants coneguessin des de mes petits la feina que desenvolupa un enginyer (a trets molt generals) ja que la paraula "enginyer" per ells, infon un respecte molt gran i no fa res més que allunyar-los d'aquest món. Crec que convindria apropar-los a aquest món per tal que no els fes por aquesta paraula, i crec que això també ajudaria molt a eliminar l'estereotip "pelacables" del qual n'hem parlat a classe més d'un cop.

En resum, el que he volgut dir en tot l'escrit, a part de denunciar algunes històries que he viscut i algunes coses que em semblen rellevants, és que els enginyers hem de fer un pas més enllà del que estem acostumats. No només en la direcció de la sostenibilitat, ja que és una assignatura pendent, i posaré com a exemple que al meu germà, quan estudiava a la ETSEIB, un professor de materials, o d'empresa, o no sé de què els va dir a classe que si la peça que fabrica la seva empresa té 5 anys de garantia, la peça ha de fallar als 5 anys i un dia. Això és un tema d'obsolescència programada del qual no toca parlar-ne ara, però no està de més saber que també el vivim dins la nostra universitat. L'altra direcció a seguir pels enginyers és la de l'educació, sobretot la primària i la secundària. Per la importància que tindran els enginyers en el futur i per la importància de viure amb un desenvolupament sostenible, podem entrar a ser mestres i vetllar per a que tots els nens i nenes als que puguem arribar i als que vulguin ser enginyers,

que també entenguin la importància de la seva feina en el món i la necessitat del ja esmentat desenvolupament sostenible.

Sé que pot semblar que estigui menystenint la feina dels mestres i professors, com si qualsevol persona pogués ser-ho i els enginyers fossin els més indicats. I no busco això, en el fons el que vull és que en un sistema educatiu futur es trobés la manera de que tots els objectius s'acomplissin, no sé si inventant-nos un doble grau d'enginyeria + magisteri o com, però que s'aconseguís el que crec que és molt necessari. També m'agradaria aconseguir, tot i que no li he donat cabuda en aquest escrit, que es dignifiqués la feina de mestre, que actualment està més aviat mal vista i menystinguda, fins i tot per nosaltres mateixos quan diem que la carrera de magisteri és molt fàcil i coses així. En el baròmetre del CIS de l'any 2005 s'exposa que en general, la societat valora la feina dels mestres entre Bé i Regular, i més tirant cap a la dolenta. Més avall en el mateix informe s'exposa que molt poca gent creu que millorar les condicions laborals dels mestres milloraria l'educació. Si bé és cert que aquest baròmetre és anterior a la crisi econòmica iniciada el 2008 i que ha portat tantes retallades al sector educatiu, crec fortament que als mestres se'ls tracta molt malament des del punt de vista laboral.

Ja només em queda afegir que jo, com a enginyer, m'agradaria molt ser professor de secundària o d'universitat, i ensenyar enginyeria de la manera que pugui fer que agradi a més persones i animar-les a seguir estudiant. I em sento compromès amb aquest objectiu, així que faré el possible per marcar la diferència.

REFERÈNCIES

- [1] Dades sobre l'escola Concertada a Catalunya:
https://ca.wikipedia.org/wiki/Escola_concertada
- [2] Dades sobre el nombre de docents:
<http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/datos-cifras/Datosycifras1617esp.pdf>
- [3] Estudis dels diputats:
<http://www.europapress.es/nacional/noticia-estudios-tienen-diputados-congreso-20141218122258.html>
- [4] Baròmetre del CIS
http://www.cis.es/cis/open/cm/ES/1_encuestas/estudios/ve_r.jsp?estudio=4817
http://www.cis.es/cis/export/sites/default-Archivos/Marginales/2600_2619/2616/es2616mar.pdf
- [5] Pedagogia Waldorf (molt interessant si no es coneix):

http://www.escolawaldorf.org/nweb/introduccio_pedagogia_waldorf

Relació entre enginyeria i salut i benestar (Abril de 2017)

H.Brull

I. INTRODUCCIÓ

Enginyeria física és un grau en el qual es proporciona una base sòlida de física per tal d'innovar en el món de l'enginyeria amb coneixement de causa. S'adquireixen, doncs, coneixements amb els quals se'ns dona l'oportunitat de contribuir a la millora en un gran nombre d'àmbits que afecten la societat i el món actual.

La física és present en la major part de les disciplines existents. La progressiva comprensió i els coneixements fruitos d'aquesta al llarg del temps han tingut repercussió i influència en incomputables àmbits i s'han traduït en noves tecnologies i avenços favorables per a la societat.

II. FÍSICA MÈDICA

L'any 1898 Marie Curie va descobrir, juntament amb el seu marit, elements desconeguts fins aleshores, com són el radi i el poloni. Per aquest fet, va ser recompensada amb un premi Nobel el 1911. El major privilegi, però, tal i com ella mateixa va afirmar, va ser adonar-se que el seu descobriment s'havia convertit en un benefici per la humanitat no només pel que suposava a nivell científic, sinó per les accions que se n'havien derivat pel que fa a l'alleujament del patiment humà que representa una malaltia com el càncer [1].

I és que, efectivament, uns anys després de la seva troballa, es va desenvolupar el que avui coneixem com radioteràpia, un tipus de tractament del càncer

que empra altes dosis de radiació per tal de destruir cèl·lules cancerígenes i reduir tumors. Actualment, la radioteràpia s'utilitza en més d'un 60% dels pacients oncològics [2].

Aquesta va ser una de les primeres mostres de l'efectiva aplicació de la física en la medicina, disciplina que avui rep el nom de física mèdica i que ha propiciat el naixement d'especialitzacions en aquest camp, com és el grau d'enginyeria biomèdica.

La física mèdica pot dividir-se en dos grans grups.

A. Física de la fisiologia

Troblem, per un costat, la física de la fisiologia. És a dir, aquella que guarda relació amb el funcionament dels diferents sistemes i aparells del cos humà. Aquesta branca estudia, per exemple, el funcionament del sistema cardiovascular, el comportament elèctric del sistema nerviós, la circulació de fluids, processos caòtics i fenòmens mecànics, entre d'altres. El cos humà està constituït per incomputables sistemes físics diferents, per la qual cosa un coneixement acurat dels fenòmens físic és important per a la comprensió dels processos que tenen lloc a l'organisme.

B. Enginyeria mèdica

Distingim, d'altra banda, la física aplicada a la instrumentació mèdica, o enginyeria mèdica, aquella que serveix per a desenvolupar la maquinària pròpia del diagnòstic o tractament en medicina. És dins aquesta última on pertanyen les

investigacions que han donat lloc a sistemes mèdics com són l'ecografia, la radiografia, la ressonància magnètica o la medicina nuclear [3].

La radiació, aplicada en dosis més baixes que en el cas anterior, fa possible el que coneixem com a radiografia. Aquesta tècnica aplica raigs X a la part a estudiar, i la seva reflexió, en major o menor mesura, en les diferents estructures, és el que donarà lloc a la imatge.

L'ecografia, per altra banda, basa el seu funcionament en l'aplicació d'ultrasons (ones sonores la freqüència de les quals supera els 20.000Hz) a l'organisme. Els polsos ultrasònics pateixen reflexions a les superfícies de separació entre teixits i altres estructures i retornen a l'instrument en qüestió, aportant la informació a partir de la qual els diferents dispositius generaran una imatge. És, a més de relativament barat i senzill, un procediment lliure de radiació [4].

S'aconsegueix, gràcies a aquestes tècniques, entre d'altres, un diagnòstic ràpid del malalt per tal d'iniciar el més aviat possible el tractament en cas necessari.

Aquest important avenç mèdic, com és obvi, no hagués estat possible sense l'enginyeria, que emprà els coneixements científics i tecnològics per tal d'innovar en incomputables camps.

III. POSSIBLES APLICACIONS FUTURES

Actualment, hi ha investigacions duent-se a terme que semblarien tenir repercussions importants, entre d'altres, en tècniques mèdiques.

Una de molt prometedora és la que s'està duent a terme sobre els nanotubs de carboni, estructures tubulars de carboni de radi nanomètric que prometen innovar en nombrosos camps, com són

l'electrònica, la instrumentació científica i els nous materials.

Encara que no hi hagi aplicacions reals dels nanotubs dins la medicina, es presenten com a una proposta revolucionària.

Destaquem, per exemple, l'alliberament de fàrmacs. La proposta consisteix en encapsular medicaments dins de nanotubs de carboni, que serien ingerits i circularien pel torrent sanguini fins el punt on hauria de ser alliberat el medicament. Els nanotubs són suficientment resistents com per no patir modificacions al llarg del camí i, pel fet de ser biocompatibles amb l'organisme, es podrien descompondre fàcilment. S'evitarien, així, possibles efectes secundaris que provoquen els fàrmacs actuals.

S'estudia, també, la seva contribució en ressonància magnètica. El Carboni-13 és una de les substàncies a l'organisme que presenta les propietats magnètiques necessàries per tal que l'òrgan a estudiar sigui capaç d'emetre els senyals necessaris. La quantitat d'aquesta substància, però, és insuficient. Per això, s'injecta un "contrast" a l'organisme. Els nanotubs de carboni podrien ser subministradors de Carboni-13, per tal que no fos necessària la tècnica actual [5].

IV. ENGINYERIA I BENESTAR

És innegable que la física i l'enginyeria són imprescindibles per tal d'aconseguir millores en la salut de les persones. Però, i si no ens complau només una societat de persones sanes i volem que, a més, aquestes se sentin satisfetes i tinguin una bona qualitat de vida? Fins quin punt canvia la vida d'una persona amb cama o sense? I podent sentir tot el que passa al seu voltant, o no fer-ho? Cadires de rodes, pròtesis, audiòfons... Qui els pot haver dissenyat, si no un enginyer? I amb quin objectiu, si no és el d'optimitzar, més enllà de salut, el benestar de l'individu?

Per a la creació de les pròtesis és necessària la participació de l'enginyeria de materials, per tal que aquestes siguin biocompatibles i tinguin les propietats necessàries per tal de desenvolupar la funció corresponent.

El camp de l'electrònica, en canvi, és imprescindible per a la fabricació de dispositius destinats a recuperar funcionalitats com són la vista o l'oïda i, inclús, per dissenyar pròtesis intel·ligents que simulin el comportament de les extremitats humanes [6].

V. AVENÇOS REVELADORS

Hugh Herr, escalador, enginyer i investigador a l'Institut Tecnològic de Massachussets (MIT), va perdre les dos cames en patir una congelació practicant muntanyisme amb 17 anys.

Considerant que les pròtesis que li havien posat no eren suficientment bones, Herr va dissenyar un tipus de pròtesis amb el propòsit que la marxa sigui el més semblant a la humana, per la qual cosa se li va atorgar el Premi Princesa d'Astúries d'investigació científica i tècnica l'any passat.

Actualment dirigeix un equip de científics amb l'objectiu de crear pròtesis de cames, turmells i genolls connectats als nervis a través de sensors. Aquests transmeten l'ordre que el cervell transmetria a la cama absent [7].

Un altre cas revelador va ser, l'any 2015, el de tres nadons amb traqueobroncomalàcia, malaltia incurable i terminal que podia causar l'obstrucció

de les vies respiratòries i, en conseqüència, la mort en qualsevol moment.

Un equip d'investigadors de la Universitat de Michigan va crear un dispositiu personalitzat cilíndric que envolta la tràquea i manté els bronquis oberts, facilitant la respiració i permetent el creixement dels infants.

Es tracta d'una impressió 4D, en què els materials emprats són capaços de canviar de forma i, per tant, adaptar-se a l'organisme en creixement [8].

VI. REFLEXIÓ

Cal destacar, doncs, la importància de la investigació i posterior aplicació tecnològica com a elements vitals en la millora de la salut i qualitat de vida i, a la vegada, com a punt de partida d'altres investigacions.

El fet que puguem ser capaços de retornar la vista, l'oïda o la mobilitat i, inclús, trobar solucions a malalties que, a priori, semblen incurables, ens hauria d'empènyer a ser ambiciosos i provar d'oferir les millors solucions a problemes que afectin a la població en qualsevol àmbit.

Com a enginyers, ens ha d'interessar i motivar la implicació en camps en què es puguin desenvolupar usos favorables i millores per i per a les persones, i és necessari seguir avançant en aquesta línia interdisciplinària per tal d'estimular l'adquisició de coneixements que seran traduïts en avenços revolucionaris el dia de demà.

Referències

[1] G. Martín Martín, “Marie-Sklodowska Curie, pionera de la Física Médica y fuente de inspiración para mujeres científicas”, *Física médica*, 2017.

[2] “Aplicaciones de la Física en la Medicina”, CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas):

[3] M.C. Piña Barba, “La física en la medicina”, *La ciencia para todos*.

[4] A. Webb, “Introduction to Biomedical Imaging”, *IEE Press Series in Biomedical Engineering*.

[5] M. J Rivas Martínez, J. Román Ganzer, M.L Cosme Huertas, “Aplicaciones actuales y futuras de los nanotubos de carbono”, *VT*.

[6] G. Martín Martín, “Marie-Sklodowska Curie, pionera de la Física Médica y fuente de inspiración para mujeres científicas”, *Física médica*, 2017.

[7] L. Tardón, “El diseñador biónico Hugh Herr, Premio Princesa de Asturias de Investigación Científica”, *El Mundo*, junio 2016.

[8] R. J. Morrison, S. J. Hollister, M. F. Niedner, M. G. Mahani, A. H. Park, D. K. Mehta, R. G. Ohye, G. E. Green, “Mitigation of tracheobronchomalacia with 3D-printed personalized medical devices in pediatric patients”, *Science Translational Medicine*, Vol. 7, April 2015.

Sostenibilitat de la vida marina

L'origen de la matèria viva al nostre planeta va iniciar-se a l'aigua, així doncs el medi submarí va esdevenir crucial en el desenvolupament de la vida tal i com la coneixem fins a dia d'avui. I no només això, sinó que també anomenem al planeta Terra com el "planeta blau", demostrant així la gran importància de l'aigua i els seus ecosistemes en el correcte funcionament de tot el que ens envolta. De fet, els oceans són font de molts recursos naturals com aliments, medicaments, biocombustibles i molts d'altres. A més, contribueixen a la descomposició de residus i eliminació de part de la contaminació, també serveixen d'amortiguadors per reduir els danys provocats per temporals a les costes gràcies als seus ecosistemes costers. Si és tan evident que el medi marí és important en la simbiosi global del planeta, per què sembla que el tracte que gran part de l'espècie humana fa de mars i oceans i de la seva vida indica el contrari? I és per això que l'ONU va proclamar l'objectiu de conservar i utilitzar de forma sostenible els oceans, els mars i els recursos marins per al desenvolupament sostenible com un dels seus 17 objectius designats per a canviar el nostre món.



Fig. Imatge publicada per l'organització WWF (World Wildlife Fund) per recordar a la societat sobre la importància del medi marí

La labor d'un enginyer físic pot prendre un paper destacat i pot contribuir al desenvolupament de projectes i la tecnologia corresponent per ajudar a prendre el rumb adequat en aquest àmbit, com en qualsevol dels 16 restants. Però abans d'entrar en l'acció d'un enginyer físic sobre la vida submarina cal conèixer la situació actual i les principals fonts de problemes. Bàsicament,

se'ns presenten dos grans problemàtiques: la contaminació que reben aquests medis i la pesca excessiva que se'n fa constantment.

En primer lloc, cal parlar de la contaminació, que en més o menys mesura molta gent és coneixedora de la necessitat de reduir-la. Però probablement no estan tan exteses les conseqüències que està comportant i que en alguns casos s'arriba a punts de no retorn com la pèrdua d'espècies. La contaminació és la introducció de contaminants nocius que no són habituals en un ecosistema concret. Així doncs, la coneguda com brossa marina està afectant a la biodiversitat marina, ja que aquesta tendeix a enredar-se amb els residus o bé ingerir-los, comportant resultats fatals. Els contaminants més comuns que deriven de l'activitat humana són els plaguicides utilitzats en el món del conreu, fertilitzants químics, detergents, hidrocarburs, aigües residuals i plàstics. Per tant, el ingeriment d'aquests, encara que sigui petites quantitats per part dels organismes marins més senzills, fa que entrin en la cadena alimentària global, amb el que això comporta. És evident que per una banda, porten en molts casos la mort dels organismes, però en molts d'altres, s'ha vist que encara que sobrevisquin, l'estat de salut i benestar d'aquests s'està veient afectat. Un exemple d'efectes amb conseqüències devastadores és l'excés de nutrients en algunes zones aquàtiques degut a fertilitzants de productors agrícoles que provoquen un augment massiu d'algues en aquells punts i, degut a que les algues són consumidores de l'oxigen de l'aigua, dificulten o inclús fan impossible el desenvolupament de la vida marina. Fins al moment, els científics ja han trobat 400 zones mortes en el món.(*) Respecte als residus sòlids que es llencen als oceans, tant des de terra com des dels vaixells, moltes vegades acaben sent, fruit de la confusió, aliments de molts mamífers marins, peixos i aus, o bé, les xarxes de pesca abandonades esdevenen trampes mortals. Per tant, acabar amb els residus sòlids també és de vital importància. A més, els corrents oceànics arrossegueu grans quantitats de plàstic i altres residus formant remolins gegants de brossa, que fins i tot, poden donar lloc a illes de brossa de grans dimensions.

(*) [HTTP://WWW.NATIONALGEOGRAPHIC.ES/MEDIO-AMBIENTE/GLOUCESTER-VIVIR-DE-LA-PESCA](http://WWW.NATIONALGEOGRAPHIC.ES/MEDIO-AMBIENTE/GLOUCESTER-VIVIR-DE-LA-PESCA)

Cal destacar també, que els oceans absorbeixen al voltant d'un 30% del diòxid de carboni produït pels éssers humans i això ha causat l'augment d'un 26% de l'acidificació dels mars des de l'inici de la revolució industrial, afectant també les capacitats dels organismes marins. En aquest aspecte, un grup de científics australians ha iniciat un estudi sobre les conseqüències que pot comportar l'acidificació prevista durant aquest segle a la vida submarina de l'Antàrtida mitjançant una rèplica controlada de les situacions que es creu que es produiran en un futur.(*)



Fig. Biodiversitat del fons marí polar que podria veure's afectat en les pròximes dècades

I en segon lloc, pel que fa a la pesca, la mala gestió del medi marí està portant a la sobrepesca. En aquest camp s'estan portant a terme autèntiques aberracions amb moltes espècies marines. Així doncs, tant la manca de reglamentació eficaç de l'explotació pesquera, com no posar fi a la pesca excessiva, la pesca il·legal, la pesca no declarada i no reglamentada i les pràctiques de pesca destructives són els principals problemes a resoldre en els propers anys. El gran consum excessiu dels éssers humans està portant a fer necessària l'aplicació de plans de gestió per al reestabliment de poblacions de peixos. A més, cal parlar també de certes formes de subvencions que es donen contribuint a la pesca excessiva i la sobreexplotació pesquera. Però aquest, ja és un camp on un enginyer físic no pot prendre massa paper relacionat amb els seus estudis, doncs es tracta més d'aspectes burocràtics. Però sí és cert que és possible inventar alguna mena de procés de pesca molt més responsable amb el medi ambient, tant per la reducció de l'efecte devastador que tenen alguns dels processos actuals com la pesca d'arrossegament, com per la recollida de peixos amb les dimensions adequades, evitant així, acabar amb

la població d'algun tipus d'espècie a través de la pesca dels individus més joves.

El grau en Enginyeria Física transmet un gran nombre de coneixements a l'estudiant, i el que és més important, des de punts de vista molt variats, ja sigui a través de la Física, la Química, la Biologia i un llarg etcètera, a més d'una amplíssima base en les Matemàtiques. Un enginyer físic és una persona capaç de unir tot aquest saber amb l'objectiu d'extreure'n el màxim rendiment de cadascuna d'aquestes ciències tant per separat com en conjunt. A més, cal destacar que cada vegada els desenvolupaments científics i tecnològics estant sent més interdisciplinaris, necessitant de l'aportació de varies branques de la ciència a la vegada i, per tant, un enginyer físic serveix com a pont de comunicació entre professionals provinents de les diferents varietats. En el cas que es tracta aquí, és evident que caldran coneixements variats, però que en molts d'ells la Biologia agafarà un paper important en algun moment, doncs sempre serà necessari saber com els nostres descobriments i/o desenvolupaments del projecte afectaran als organismes marins.

Com ja s'ha comentat anteriorment, el punt on l'enginyer físic pot participar de forma més activa relacionada amb la seva temàtica és el de la reducció de la contaminació que arriba als mars i oceans. En aquest aspecte, ja hi ha alguns projectes en marxa relacionats amb filtres o altres mètodes per purificar l'aigua un cop ja usada en la indústria. Primer de tot, seria necessari realitzar un estudi de les condicions amb l'ajuda d'un equip de biòlegs en relació a la fauna i flora de la zona i així, saber quines substàncies estan provocant els problemes per poder actuar de forma més directa.

És cert que els filtres és un camp ja molt explotat, però un enginyer físic podria donar-hi una volta més i innovar, doncs és una de les capacitats de les que dota aquest grau. Aprofitant coneixements químics per definir la millor composició química del filtre intentant sempre ser el més curosos possible en el procés de fabricació, de funcionament i de desfeta. A més, aplicant coneixements físics com la mecànica de fluids, per entendre el moviment de les partícules contaminants en els líquids, es pot arribar a aconseguir un resultat molt més eficaç que els obtinguts fins ara. D'aquesta manera, podríem aconseguir que el fluid que arriba finalment a rius, mars o aigües subterrànies fos molt més net i compatible amb el medi ambient. I a més, podrien aprofitar-se coneixements dels microorganismes habitants en aquestes mesclures provinents de fàbriques, com poden ser virus, paràsits i d'altres, i desenvolupar mètodes per eliminar-los sense necessitat d'ús de cap substància tòxica.

(*) [HTTP://WWW.EFEVERDE.COM/NOTICIAS/LA-VIDA-SUBMARINA-DE-LA-ANTARTIDA-CONTAMINACION-Y-ACIDEZ/](http://WWW.EFEVERDE.COM/NOTICIAS/LA-VIDA-SUBMARINA-DE-LA-ANTARTIDA-CONTAMINACION-Y-ACIDEZ/)

També, és possible idear alguna mena de mecanisme, que aprofitant els corrents marins i el comportament de la brossa a través d'aquests, pugui permetre la recollida de les deixalles d'una forma molt més eficient i econòmica. Algún mètode relacionat amb la brossa marina ja ha esdevingut realitat i ha estat aplicat amb resultats molt positius. Tot i així, encara fa falta seguir avançant en aquesta direcció per assolir un punt on sigui necessària la tecnologia el més simple possible, aprofitant al màxim les forces produïdes pels corrents. Per això un enginyer físic podria aconseguir mètodes on el requeriment energètic fos mínim, de nou amb la utilització de coneixements físics per entendre el moviment de la brossa a l'aigua i trobar les forces adequades a aplicar per obtenir el resultat desitjat.

En l'entorn de la pesca, de nou caldria innovar i trobar noves metodologies. Amb un estudi previ de la situació actual, coneixent els principals problemes, es podria trobar la direcció correcta a prendre. En aquest sentit amb bons coneixements d'electrònica seria possible produir alguna mena de tecnologia intel·ligent que fos capaç de prendre decisions per si mateixa dins l'aigua i facilitar tot el procés i fer-lo més efectiu. Per exemple, actualment ja existeixen les sondes que busquen els bancs de peixos a través de l'emissió d'ones sonores. Així també evitariem l'ús de piscifactories, que no deixen de ser un altre punt de contaminació marina i d'aprofitament excessiu de les capacitats humanes sobre les espècies criades.

Tot i així, el punt on realment seria profitós i apotaria un gran canvi seria tractant els problemes des del seu inici, i no intentant disminuir els efectes negatius dels residus un cop ja no ens són útils. Per tant, fins que no hi hagi un canvi en els processos industrials de producció simplement podrem alentar els efectes de la petjada humana, però en cap cas acabarem amb aquesta. És per això que en el fons molts dels nostres objectius globals relacionats amb la contaminació acaben resumint-se en aplicar canvis en les fàbriques i/o trobar fonts d'energia molt més responsables amb el medi ambient. Aquest també pot ser un punt on l'Enginyeria Física pot permetre que es faci una gran cooperació entre varies branques per trobar un camí en el gast energètic, tant necessari en aquests moments. Per això, entenent diversos processos físics i químics es podria arribar a una nova idea de combustible més eficient i a més que fos energia neta.

Fins aquest punt s'ha tractat els possibles aspectes on ja està funcionant la reducció de l'impacte humà en els medis marins i on un enginyer físic podria aportar-hi nous punts de vista. Però també és interessant que un

enginyer físic trenqui les fronteres del conegut fins el moment i vagi més enllà per intentar conscienciar de la importància de cuidar el planeta, font única de tots els nostres recursos, i concretament en aquest cas, de la vida submarina.

És per això que un aspecte sobre el que encara queda molt per descobrir són els ecosistemes de la plataforma abissal i de les fosses marines. És cert que ja s'hi ha fet algunes expedicions de caire científic, però tot i així, segueix sent molt complicat accedir a aquests racons inòspits dels oceans a causa de les altes pressions exercides per l'aigua i, en segon pla, les baixes temperatures. Al ser uns dels grans desconeguts de l'home aquests ecosistemes podrien esdevenir la clau d'alguns dels nostres problemes. No sabem fins a quin punt són importants aquests organismes en el manteniment d'un cicle sostenible tan aquàtic com terrestre. I tampoc sabem com el nostre tractament de recursos naturals està perjudicant-los. Sabem que en aquelles zones viuen éssers realment impressionants però inclús podrien convertir-se en imprescindibles per a la recuperació de la bona gestió del planeta. Un enginyer físic podria ser capaç d'originar un mena de vehicle que permeti als seus tripulants trobar-se en una situació còmode mentre s'efectua l'estudi d'aquestes zones, i que efectui les mínimes alteracions en l'ambient estudiat. A més podria fer un projecte a gran escala tenint en compte els interessos biològics que pot aportar l'estudi un cop endinsats en les profunditats, és a dir, l'estudi dels organismes en sí. L'objectiu d'aquest seria intentar entendre aquesta part de la vida en el planeta Terra encara desconeguda, doncs per tractar de forma sostenible el nostre planeta cal conèixe'l.

Per acabar, és evident que com a enginyers físics la nostra labor més profitosa en aquest aspecte és contribuint en els desenvolupaments tecnològics necessaris. Però també és molt important conscienciar-se de les conductes responsables amb el medi ambient per intentar fer que aquestes tecnologies siguin cada vegada menys necessàries i perquè s'arribi a un sistema sostenible amb el medi ambient. Molts enginyers, de qualsevol mena, sempre estarem a la disposició de la societat per contribuir en els objectius globals en la mesura que ens sigui possible. Aplicarem als nostres coneixements intentant apropar-nos cada vegada més al planeta sostenible que era La Terra abans que l'ésser humà prengués aquest paper tan destacat. Hem arribat a un punt on cada vegada serà més complicat tornar enrere, és per això que és important que cada detall, per petit que sigui, es porti a terme de cara a millorar la situació. Moltes institucions ja estan fent aquests passos, i fins i tot s'enstan duent a terme grans canvis, sobretot

en l'opinió de la majoria de la societat respecte a la necessitat de cuidar el medi ambient. Tot i així, encara queden grans empresaris, que són els que haurien de prendre les decisions més importants en aquest aspecte, i altre part de la societat, que encara no veuen com s'està complicant la situació i que no podem seguir a aquest ritme indefinidament. Si tractem al planeta correctament és possible desenvolupar una societat sostenible i igualitaria, però si no és així tothom surt perjudicat, fauna, flora, i el que sembla ser el més important, l'espècie humana. Cal ser conscients que no serem capaços de superar la situació a la que ens estem conduint a un ritme vertiginós. Per molt que sembli avui que els nostres interessos estan tots satisfets, demà no serem capaços de sobrepassar les conseqüències que haurà provocat aquest tracte al nostre entorn. Per tant, estem en la bona direcció, però no a la velocitat adequada. I com a enginyer físic podem ajudar a augmentar la potència del motor en favor d'un món sostenible per a tothom allà on faci falta.

REFERENCES

1. ROCÍO FRANCO Y JOSHUA W. MMALI. (2017,MARCH) . PROTEGER LOS OCÉANOS ES CRUCIAL PARA NUESTRA SUPERVIVENCIA.
[HTTP://WWW.UN.ORG/SPANISH/NEWS/STORY.ASP?NEWSID=36995#.WPhQOBTNCfs](http://www.un.org/spanish/news/story.asp?NewsID=36995#.WPhQOBTNCfs)
2. NATIONAL GEOGRAPHIC. (2017, MARCH). LA CONTAMINACIÓN MARINA
[HTTP://WWW.NATIONALGEOGRAPHIC.ES/MEDIO-AMBIENTE/GLOUCESTER-VIVIR-DE-LA-PESCA](http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/gloucester-vivir-de-la-pesca)
3. PNUD. [HTTP://WWW.UNDP.ORG/CONTENT/UNDP/ES/HOME/SUSTAINABLE-DEVELOPMENT-GOALS/GOAL-14-LIFE-BELOW-WATER.HTML](http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-14-life-below-water.html)
4. EFE VERDE. [HTTP://WWW.EFEVERDE.COM/NOTICIAS/LA-VIDA-SUBMARINA-DE-LA-ANTARTIDA-CONTAMINACION-Y-ACIDEZ/](http://www.efeverde.com/noticias/la-vida-submarina-de-la-antartida-contaminacion-y-acidez/)

Com podem ajudar a reduir les desigualtats com a enginyers físics?

Carles Domingo Enrich

20 d'abril de 2017

Resum

Aquest document pretén reflexionar sobre les desigualtats socials i econòmiques entre individus, tant dins d'una societat com a nivell global, i proposar accions que podem emprendre com a enginyers físics per tal de pal·liar aquestes desigualtats.

1 Introducció i tipus de desigualtats

Un dels principals reptes que afronta la humanitat actualment (encara que sempre ha estat present) són les desigualtats, la seva causa i com reduir-les. En aquest context, és evident que no estem parlant de desigualtats matemàtiques, sinó de desigualtats socials i econòmiques entre individus o col·lectius.

Dins de les desigualtats socials i econòmiques, podríem trobar-ne de dos tipus que cal analitzar per separat; en primer lloc, les desigualtats entre individus o col·lectius de diferents països o regions del planeta, i en segon lloc, les desigualtats entre individus o col·lectius dins d'una mateixa societat. Dins del primer tipus, hi tindríem per exemple les desigualtats de nivell de vida entre els països de l'Europa occidental i els països de l'Àfrica subsahariana (i també les desigualtats que hi ha entre els països dins d'aquestes regions). Dins del

segon tipus de desigualtats, hi podríem trobar les diferències entre habitants de Catalunya o de la ciutat de Barcelona.

La distinció del paràgraf anterior és important perquè hi ha una diferència entre els dos casos: per al primer tipus de desigualtats no hi ha cap organització governamental que tingui poder sobre el conjunt en qüestió (més enllà de l'ONU, que té una influència limitada). En canvi per al segon tipus, sí que hi ha un govern comú, unes lleis i uns drets dels quals els ciutadans disposen (en major o menor qualitat en funció del país). En aquest cas, el govern pot actuar per intentar modificar el nivell de desigualtats entre els habitants.

2 Desigualtats entre individus d'una societat i propostes

Fixem-nos en la desigualtat entre individus dins d'una societat. És interessant el debat sobre si la desigualtat és bona per a la societat, i en cas afirmatiu, en quin nivell hauria d'existir. Per una banda, l'igualitarisme econòmic, associat a moviments d'esquerres com ara el comunisme i el socialisme, propugna l'eliminació de les desigualtats. A l'altra banda, els defensors del lliure mercat creuen que allò a què cal aspirar per al bé de la societat és la llibertat de l'individu, fins i tot encara que això comporti desigualtats. Dit

d'una altra manera, pensen que en reduir les desigualtats, el govern limita la llibertat dels individus i que això és dolent per a la societat en general. En tot cas, entre els experts i la població és majoritària la idea que hi ha una desigualtat excessiva entre els que més tenen (grans empresaris i alts directius) i els que tenen menys. Aquest fet té conseqüències tràgiques en les societats dels països del tercer món (en els quals aquest problema es barreja amb altres com ara la corrupció generalitzada i la falta de respecte als drets humans), però també es pot observar en molts dels països occidentals: el 2007 l'1% de la població dels Estats Units concentrava el 35% de la riquesa [1]. I aquestes xifres han augmentat amb els anys: el 1980 el sou mitjà anual dels percentils 50 a 100 als EUA era de 21.000 dòlars i el sou mitjà anual del primer percentil era de 344.000 dòlars. El 2014, el sou mitjà dels percentils 50 a 100 era de 25.000 dòlars, mentre que el del primer percentil havia augmentat a un milió de dòlars [2]. Així doncs, fins i tot sense tenir una posició igualitarista, sembla necessari i urgent actuar per revertir aquesta situació i aconseguir que no hi hagi tanta gent passant misèria mentre altres s'enriqueixen cada cop més.

Com a ciutadans, i en especial com a enginyers físics (o com a enginyers en general), hem de reflexionar sobre el paper que podem jugar per tal de reduir les desigualtats en la nostra societat.

Una manera de contribuir-hi seria a través de la docència. Amb els coneixements que hem adquirit al llarg de la nostra formació (i cursant el màster adient), podríem dedicar-nos

a ensenyar física, matemàtiques i enginyeria a nens i joves d'entorns desfavorits o en risc d'exclusió social, ja sigui en escoles, instituts o com a activitat extraescolar. Transmetent-los les nostres passions i mostrant-los la importància de l'estudi, podríem ajudar-los a tenir un futur millor. És ben sabut que tenir un sistema educatiu de qualitat a l'abast de tota la població és una condició necessària per a construir una societat menys desigual. En proporcionar una bona educació (especialment primària i secundària) a tothom, som més a prop d'aconseguir que tots els individus estiguin en igualtat d'oportunitats. I si bé la igualtat d'oportunitats no és sinònim d'igualtat econòmica i social, les dues van força lligades: una societat en què tots els individus competeixen de manera totalment justa és una societat on difícilment hi haurà diferències salvatges entre persones o col·lectius. De fet, des de posicions meritocràtiques podríem argumentar que l'objectiu últim de la societat no ha de ser la igualtat econòmica i social, sinó la igualtat d'oportunitats. Independentment de la nostra posició en concret, transmetre allò que sabem i estimem a persones en dificultats ha de ser positiu per a la societat, a part de molt gratificant.

Una altra manera d'ajudar a pal·liar les desigualtats seria centrar-se en el futur. Ja des de la primera revolució industrial, la tecnologia ha permès substituir llocs de treball anteriorment ocupats per persones. La màquina de vapor o l'ordinador són exemples d'aquestes tecnologies revolucionàries. Això ha tingut clars avantatges: per a l'amo de l'empresa significa menys despeses, i per al conjunt de la humanitat implica poder deixar de fer

feines repetitives, rutinàries i sovint esgotadores. Però també té inconvenients: hi ha col·lectius de treballadors que es veuen abocats a l'atur (almenys a curt o mitjà termini). I econòmicament el resultat és que augmenten dràsticament les desigualtats: l'empresari pot produir tant o més amb despeses menors, i el treballador perd poder adquisitiu. El problema es resol amb el temps; deixa d'haver-hi nous practicants de la professió, els que ho havien estat es fan grans i apareixen noves feines que ocupen els joves.

Aquest procés que hem viscut múltiples vegades en els darrers segles podria passar a gran escala en les properes dècades: la tecnologia substituirà moltes de les feines que hi ha avui en dia. A tall d'exemple, en no gaires anys totes les persones que es guanyen la vida conduint vehicles deixaran de fer-ho arran de la implantació dels vehicles autònoms, més segurs i més barats. De fet, hi ha estudis que afirmen que les innovacions tecnològiques amenacen el 47% dels llocs de treball als EUA [3]. I és clar que, com ha passat en les ocasions anteriors, la tecnologia crearà nous llocs de treball d'alt nivell a part de destruir-ne de baix nivell. Però igual que en les altres revolucions, això pot crear encara més desigualtat: els individus menys formats de la societat veuran desaparèixer les feines que eren capaços de fer, i que les feines que apareixen com a resultat de la innovació tecnològica requereixen qualificacions que ells no tenen. En el fons el que pot passar és semblant al que ja ha passat; la història és repeteix, però és probable que aquest cop afecti massivament la població.

Com a enginyers, nosaltres serem qui desenvoluparà la tecnologia que modificarà la nostra societat. Per tant, és lògic que reflexionem, juntament amb polítics i economistes, com podrem frenar l'augment de les desigualtats socials provocades per les innovacions tecnològiques del futur.

3 Desigualtats entre països i propostes

Fixem ara la nostra atenció en les desigualtats entre individus de països o regions planetàries diferents. En general, els entorns i condicions d'aquests individus són més diferents que no pas entre dos individus de la mateixa societat. I com ja hem comentat, és més difícil reduir les desigualtats en aquest nivell pel fet que requereix cooperació internacional.

Els països del primer món solen dedicar una petita part del seu pressupost a ajudes als països del tercer món. Per altra banda, moltes organitzacions no governamentals també tenen com a objectiu millorar la vida dels habitants d'aquests països. Podem emmarcar totes aquestes accions dins de l'esforç per tal de reduir les desigualtats entre regions del món. Tot i això, les diferències de nivell de vida són encara molt grans.

Si treballar per reduir les desigualtats dins la nostra societat és complicat, fer-ho a nivell global sembla una tasca encara més difícil. Com a enginyers físics, podríem fer de mestres en països del tercer món (com ja he argumentat al paràgraf corresponent a les desigualtats dins d'una societat), i d'aquesta manera

podríem aportar el nostre gra de sorra.

Una altra alternativa seria mirar de muntar una empresa tecnològica en un país del tercer món. Les dificultats són evidents: en primer lloc cal tenir una idea de negoci, caldria barallar-se amb la burocràcia de l'estat en qüestió. S'haurien de formar persones locals per tal de poder fer la feina i ocupar tots els càrrecs de l'empresa (no podria ser que tots els alts directius fossin estrangers). S'hauria de pagar un sou just i respectar el medi ambient. Si tot rutllés i l'empresa fos exitosa, el país tindria més població formada i més riquesa.

4 Conclusió

La conclusió que cal treure és que com a enginyers tenim la responsabilitat de reduir les desigualtats, tant a nivell local com a nivell global. Sabem que la tasca és difícil, que no ho podem fer sols ni d'un dia per l'altre, però els nostres coneixements i habilitats ens permeten emprendre accions per remar en la direcció adequada.

Referències

- [1] Wikipedia, The Free Encyclopedia. Wealth inequality in the United States. https://en.wikipedia.org/wiki/Wealth_inequality_in_the_United_States Consultat 17/04/2017
- [2] CNNMoney. U.S. inequality keeps getting uglier. <http://money.cnn.com/2016/12/22/news/economy/us-inequality-worse/> Consultat 17/04/2017

- [3] BBC Future. Will machines eventually take on every job? <http://www.bbc.com/future/story/20150805-will-machines-eventually-take-on-every-job> Consultat 17/04/2017

Trabajo competencia sostenibilidad

E. Ferrando, *Estudiante de Ingeniería Física, UPC*

Con el fin de erradicar la pobreza, proteger el planeta y a aquellos que la habitamos se propusieron en 2015 una serie de objetivos que cumplir durante los siguientes 15 años, los cuales se conocen como Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Dentro de éstos, pondré la atención en aquellos que tengan que ver con el crecimiento, tanto económico como de industrias o infraestructuras, ya que creo que es el ámbito en el que, como ingeniero físico, podré investigar más adecuadamente.



Uno de los ODS propuestos consiste en promover un trabajo decente para todos que pueda conllevar un crecimiento económico. Aproximadamente 2.200 millones de personas en todo el mundo se ven obligadas a vivir por debajo del umbral de pobreza, ya sea por falta de trabajo o por el mínimo sueldo que cobran por el trabajo que hacen, esto es por la cantidad de trabajos precarios que existen; y la solución que maneja la Organización de las Naciones Unidas (ONU) es la creación de empleos de calidad, que puede sonar sencillo, pero es uno de los grandes desafíos para la mayoría de economías mundiales. Los grandes puntos de esta propuesta son: mantener el crecimiento económico y del producto interior bruto (PIB) en los países menos adelantados y en desarrollo; aumentar la productividad mediante la diversificación, la modernización y la innovación; promover políticas orientadas al desarrollo, a la creación de empleo y a la creatividad; poner fin al trabajo precario y, sobretodo, el trabajo infantil, y fortalecer las instituciones financieras nacionales. Esto se pretende conseguir mediante ayudas al comercio en zonas afectadas por el empleo precario, como América Latina, y desarrollar una estrategia para que los jóvenes puedan conseguir un empleo.

Como ingeniero, trabajar en ámbitos de investigación y desarrollo podría ayudar a la creación de puestos de trabajo, por ejemplo, creando algún proyecto sostenible que genere puestos de trabajo en el círculo de la construcción.

Ahora, ¿en qué nos ayudaría alcanzar este objetivo? Si se consiguen erradicar el desempleo y el empleo precario se estimularía la economía y promovería un trato justo al igual que igualaría las oportunidades de todas las personas a la hora de poder consumir bienes (tanto de consumo como de servicio). Recientemente, se ha reducido el trabajo infantil, pero sigue habiendo una cantidad enorme de niños y niñas que están trabajando, aún sin ser aptos para ello, la mayoría de los cuales trabaja en la agricultura, pero algunos trabajan en minería o basureros y puede ser bastante peligroso para sus vidas; además también tenemos que considerar la explotación sexual comercial y la trata de niños con el fin de explotarlos laboralmente, en conflictos armados o tráfico de drogas, que en nuestros tiempos sigue siendo una realidad.



Otro ODS que un ingeniero físico podría ayudar a alcanzar es el de construir infraestructuras sostenibles, promover la industrialización y fomentar la innovación; esto implicaría el desarrollo de muchos países. Tiene como grandes puntos los siguientes: desarrollar infraestructuras resilientes, sostenibles y de calidad para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, promover una industrialización inclusiva y sostenible, aumentar el empleo en la industria y el PIB; facilitar el acceso de las pequeñas empresas industriales, sobretodo en países en desarrollo, a los servicios financieros; aumentar la eficiencia en el uso de los recursos favoreciendo la sostenibilidad y reduciendo el impacto medioambiental, y aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de países en desarrollo.

Como se ha observado estos últimos años se necesita invertir en estructuras con el fin de incrementar la productividad y los ingresos de las diferentes industrias, sanidad y educación. Además, el incremento de la población mundial pide también esta inversión en infraestructuras sostenibles que ayuden a combatir o al menos controlar el cambio climático en las grandes ciudades e impulsar el crecimiento económico de éstas, que se ve obstaculizado justamente por la falta de infraestructuras como pueden ser carreteras, tecnologías de la comunicación o energía eléctrica. Esta iniciativa también tendría efecto en el ámbito laboral, ya que una industrialización decente y sostenible ayudaría a combatir la desigualdad laboral que sufrimos hoy en día. Esto se intentará conseguir mediante tres grandes objetivos: facilitar el desarrollo de infraestructuras en países menos desarrollados (los de África mayoritariamente); apoyar el desarrollo de la tecnología, la investigación y la innovación, y aumentar de forma significativa el acceso a la tecnología de comunicaciones y la información en los países menos adelantados. Con los conocimientos que adquirimos durante la carrera (y, evidentemente, los que nos quedan por adquirir aún) creo que podríamos hacer proyectos de infraestructuras sostenibles para este crecimiento económico y para suavizar lo que esté en nuestra mano los efectos del cambio climático (en este caso utilizaríamos lo aprendido en el curso de Termodinámica Fundamental, entre otros), o pensar en cómo se debería aumentar la productividad de las industrias aprovechando al máximo los recursos utilizados (con lo aprendido en los cursos de Química Inorgánica y Química Orgánica). También podríamos ayudar a extender las redes de comunicación (i.e. Internet) a los países menos desarrollados.



En general, la carrera de Ingeniería Física se puede orientar a cualquier aspecto que implique alguna construcción o algún proyecto industrial, ya que es una ingeniería. No obstante, un ingeniero físico también puede aportar en la investigación referente a las energías renovables y sostenibles, de hecho, otro de los ODS es, precisamente, garantizar el acceso a una

energía asequible, sostenible y fiable para todos. Más concretamente, lo que se pretende conseguir garantizar este acceso, aumentar el porcentaje de energía renovable en el conjunto de las fuentes de energía y duplicar la tasa mundial de eficiencia energética. Para esto, se propone facilitar el acceso a la investigación y las tecnologías energéticas no contaminantes (energías renovables, eficiencia energética, combustibles fósiles menos contaminantes), invertir en infraestructura energética para aumentarla y mejorar la tecnología que se usa en energías renovables (eólica, solar, mareomotriz, ...).

Como cada vez más gente en el mundo tiene acceso a la energía eléctrica, hay más demanda de energía accesible, además, la energía proveniente de combustibles fósiles provoca una contaminación que conlleva al efecto invernadero que ya estamos sufriendo actualmente y que agrava las consecuencias del cambio climático; por tanto, es evidente que hemos de encontrar una alternativa a este tipo de energía a la vez que ayudamos a introducir a las nuevas economías que acceden a la energía eléctrica a energías sostenibles mediante la construcción de infraestructuras compatibles con este tipo de energías renovables.

Por definición, la energía sostenible es aquella energía que no compromete los recursos y capacidades de las futuras generaciones, esto es, se aprovechan de una fuente inagotable de energía (como la marea, el viento o la radiación solar), asegurando así que por mucha energía que se genere y por mucho tiempo que pase, las generaciones que vengan después podrán aprovechar esta energía de la misma forma que la nuestra. En el caso de España, este tipo de energías se podrían explotar mucho más de lo que se hace actualmente (las principales fuentes de energía son el gas natural y el petróleo), ya que es un país muy soleado y bastante plano, por lo que la energía solar fotovoltaica y la eólica podrían ser tranquilamente las fuentes de energía renovable más importantes, incluso podría ser que España fuese de los líderes en energías sostenibles en la Unión Europea; así, creo que los ingenieros podemos ayudar a desarrollar este tipo de energías sostenibles y renovables encontrando sitios óptimos para los diversos tipos (zonas como el Desierto de Almería para la fotovoltaica y zonas de la submeseta como Castilla - La Mancha para la eólica).



Pero no es tan fácil cambiar la economía para que sea más sostenible energéticamente hablando, lo primero que hay que hacer es reducir el consumo de energía, junto con el precio que se paga por ésta, manteniendo la calidad de vida y los servicios energéticos. Esto se deberá conseguir promocionando y utilizando estas energías sostenibles al mismo tiempo que se usan las técnicas de eficiencia energética.

Como conclusión, me gustaría remarcar que, aunque sólo haya mencionado tres ODS, con los conocimientos que tiene cualquier graduado en Ingeniería Física, se podrían ayudar a alcanzar muchos otros objetivos de los 14 que quedan (si no todos). Además, creo que en la ingeniería que yo curso actualmente, en particular, se tocan muchos más temas, es decir, hay más variedad de asignaturas que en otras ingenierías, ayudando así tanto a poder aportar nuestros conocimientos a distintos ámbitos como a poder ver diferentes puntos de vista de un mismo proyecto.

Para terminar, bajo mi punto de vista y teniendo en cuenta que estos objetivos en general se deben cumplir antes de 2030, creo que aún queda mucho trabajo por hacer para llegar a cumplirlos a tiempo, e incluso diría que son unas fechas y objetivos muy optimistas en los tiempos que corren, ya que creo que a algunos gobiernos y/o economías no les conviene por ahora llegar a esos objetivos, ya sea porque supone una inversión muy grande o porque pueden aprovechar para crecer económicamente mientras no se lleguen a estos objetivos. Como sea espero que en un futuro pueda poner mi granito de arena en esta causa y que realmente si algún día se llega a estos objetivos, se llegue a una igualdad en lo que se refiere a las economías del mundo, o al menos a atenuar la desigualdad que existe hoy en día.

Webgrafía

- http://elpais.com/elpais/2015/03/24/planeta_futuro/1427187802_794047.html
- http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7_Spanish_Why_it_Matters.pdf
- <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/>
- http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/8_Spanish_Why_it_Matters.pdf
- http://elpais.com/elpais/2015/10/13/opinion/1444758865_350681.html
- <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>

- http://elpais.com/elpais/2015/03/23/planeta_futuro/1427115503_681025.html
- <http://www.blogenergiasostenible.com/que-es-la-energia-sostenible/>
- <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>
- <http://www.ilo.org/ipec/Regionsandcountries/latin-america-and-caribbean/lang--es/index.htm>
- http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/9_Spanish_Why_it_Matters.pdf
- <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>

Las Energías Renovables y su Papel en el Desarrollo Sostenible

Josep Maria Ferrer Sánchez. Ingeniería Física. Teoría de Circuitos

Abstract-Las sociedades modernas de hoy en día están basadas en el consumo de energía, lo que implica que cualquier actividad del día a día tendrá un consumo energético elevado. Este aumento, no solo no se está frenando, sino que se prevé un crecimiento exponencial para los próximos años, haciendo necesario un cambio en este sistema energético para un posible desarrollo sostenible a largo plazo. A lo largo de este artículo analizaré porqué este cambio es necesario y qué papel jugará en él el ámbito de la ingeniería. Ejemplificaré tres campos en los que las energías renovables están teniendo un papel crucial y como la ingeniería ha permitido abordar estos problemas de una manera efectiva.

I-Introducción: ¿Por qué debe cambiar nuestro sistema energético actual?

Los modelos de producción y consumo de energía actuales tienen como fuente principal de energía los combustibles fósiles, que son perjudiciales tanto para la salud humana como para el medio ambiente por el hecho de que son uno de los principales factores de contaminación atmosférica.

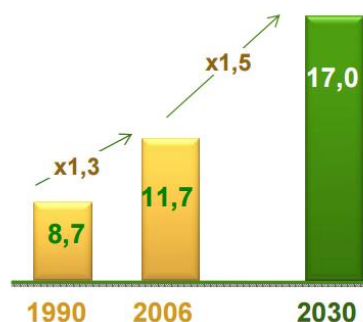
Sabiendo que hoy en día existe un modelo totalmente insostenible, puesto que las reservas de

combustibles fósiles son finitas y que las predicciones a largo plazo son de un crecimiento exponencial, vemos como un cambio en nuestro sistema energético es algo necesario.

Tan solo si conseguimos desarrollar fuentes de energías renovables y limpias, podremos tener un crecimiento sostenible a largo plazo sin poner en peligro ni el medio ambiente ni la salud de la población.

Demanda mundial de energía

Miles Millones tep



II-Los 17 objetivos del desarrollo sostenible:

Los 17 objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) aprobados por los dirigentes mundiales en septiembre de 2015 pretenden ser unos principios de aplicación universal, cuyo objetivo es promover un aumento del esfuerzo global para poner fin a la pobreza en todas sus formas, reducir la desigualdad y luchar contra el cambio climático.



Los nuevos objetivos presentan la singularidad de instar a todos los países, ya sean desarrollados o en vías de desarrollo, a adoptar medidas para promover la prosperidad al tiempo que protegen el planeta y a sus poblaciones.

Y finalmente reconocen que las iniciativas para poner fin a la pobreza deben ir de la mano de estrategias que favorezcan el crecimiento económico sostenible y aborden una serie de necesidades sociales básicas, entre las que cabe señalar la educación, la salud, la protección social y las oportunidades de empleo, a la vez que luchan contra el cambio climático y promueven la protección del medio ambiente.

III-El séptimo objetivo del desarrollo sostenible y su relación con la ingeniería.

El séptimo objetivo pretende garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y limpia. Esto se debe a que hoy en día aún estamos en un mundo en el que:

1. Un 20% de la población mundial no tiene acceso a electricidad y otro 30% más aún dependen de la biomasa tradicional.
2. La energía es el principal contribuyente al cambio climático y representa el 60% de la producción mundial de gases de efecto invernadero.
3. La única manera de detener el cambio climático y asegurar un bienestar para toda la población es tener un sistema energético renovable que no dependa de unos combustibles finitos y que no produzca emisiones de contaminantes.

Así pues, vemos como un cambio en este sistema energético es necesario. Este cambio solo puede tener cabida desde un acuerdo entre los diferentes gobiernos y con un compromiso desde el ámbito de la ingeniería mejora de las tecnologías ya existentes y a creación de nuevas tecnologías más eficientes y limpias.

Personalmente, entré a formar parte de ingeniería física por el hecho de que me encantan las nuevas tecnologías y todo lo que su implementación conlleva. Creo que solo desde el desarrollo de unas tecnologías sostenibles y al alcance de todos se podrá conseguir una sociedad totalmente justa, libre de contaminantes y con un buen bienestar generalizado.

Por este motivo, creo que uno de los principales objetivos de este siglo, debería ser conseguir una buena gestión energética a nivel global. Es decir, optimizar los consumos energéticos actuales y permitir una expansión de las energías renovables.

En este artículo me centraré en la creación, mejora y generalización de energías libres de contaminantes

en aquellos países donde el acceso a la energía ya no sea un problema.

IV-Creación y generalización de nuevas tecnologías limpias en los países desarrollados

En los países desarrollados, donde el problema no es el acceso a la energía sino la dependencia que esta tiene en los combustibles fósiles, creo que los gobiernos deberían hacer un gran esfuerzo para la creación y la implementación de nuevas tecnologías, que no solo no dependan de los combustibles fósiles, sino que reduzcan de manera drástica el consumo energético presente hoy en día.

Para esto, voy a dar diferentes ejemplos donde la ingeniería ha sido pionera en este sentido y que gracias a ellos, hoy en día ya podemos empezar a notar los cambios.

IV.1: Los coches eléctricos

Uno de mis ámbitos favoritos es el de los coches eléctricos. Este es el claro ejemplo de como con conocimiento técnico y la motivación necesaria, se puede revolucionar un mundo tan bien arraigado y con tantos intereses de por medio como el automovilístico.

• ¿PORQUÉ ES NECESARIO UN CAMBIO?

El transporte terrestre, y en especial, los automóviles son una de las principales fuentes de contaminación atmosférica del siglo XXI, llegando a ser en los países desarrollados los responsables del 30% de la contaminación total. Entre los principales contaminantes de los vehículos y sus consecuencias más graves son:

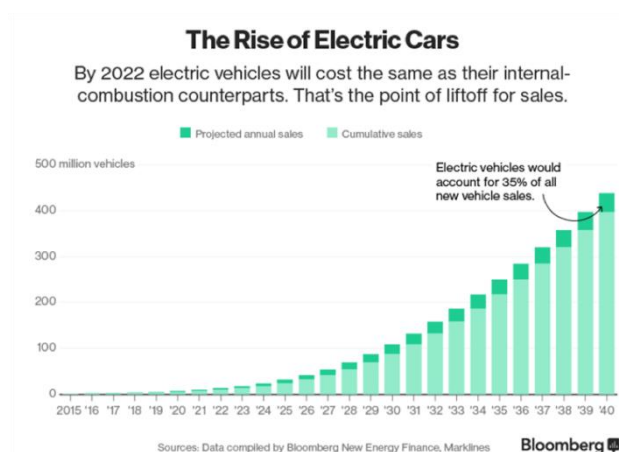
- **Óxidos de nitrógeno (NO_x):** Uno de los principales causantes de la lluvia ácida.
- **Monóxido de carbono (CO):** Puede disminuir la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre.
- **Dióxido de Carbono (CO₂):** Principal contaminante y responsable del cambio climático.

Esto y el hecho de que los combustibles fósiles sean finitos, y estemos empezando a mimbar en sus reservas, ha provocado que hoy en día, el mercado del automóvil se esté enfocando hacia los coches eléctricos.

- ¿QUÉ CAMBIO SE ESTÁ HACIENDO?

Se define *vehículo eléctrico* como un vehículo propulsado por uno o más motores eléctricos. Entre sus principales ventajas, se encuentra el hecho de ser una tecnología completamente limpia, puesto que no presenta ningún tipo de motor de combustión y no producir contaminación acústica.

Si nos centramos en la historia de los coches eléctricos, estos no fueron posibles hasta la implementación de las baterías de litio, cuyas potencias permitían unas autonomías suficientemente grandes.



Aunque fue Toyota la primera empresa en apostar fuerte por esta nueva tecnología, será Tesla la gran defensora y revolucionaria del mercado. Tesla Motors, una pequeña startup de Silicon Valley, fue la primera en desarrollar coches eléctricos en cadena siguiendo tres etapas:

Un primer coche eléctrico solo enfocado a las clases más pudientes, por el hecho que las tecnologías necesarias aún estaban en desarrollo y en un principio eran demasiado caras y el mercado aún no estaba preparado para el cambio. Un segundo coche mucho más económico, y con unas prestaciones de autonomía mucho más elevados, pero aún no

enfocado a un público de clase media. Y un tercer estadio, en el que estamos presentes, donde se han conseguido abaratar lo suficiente las tecnologías y mejorar las prestaciones como para producir coches eléctricos en masa para un público generalizado.

- ¿QUÉ PAPEL HA JUGADO LA INGENIERÍA?

Desde idear y diseñar el primer vehículo eléctrico, idea que en su momento parecía totalmente descabellada, hasta ponerla a la venta en un mercado totalmente controlado por los gigantes del petróleo, el cambio que estamos viviendo hacia el coche eléctrico está protagonizado por ingenieros e ingenieras que han creído en el proyecto, y lo siguen impulsado y luchando por él día a día.

Los dos principales retos que la ingeniería aún está sufriendo para este cambio definitivo son los costes de producción de los coches eléctricos, mucho mayores que los de combustión puesto que usan una tecnología mucho más reciente y que aun esta en vías de desarrollo y mejora, y la creación de baterías con autonomías suficientemente grandes como para poderse comparar con los coches tradicionales.

IV.2 LOS HOGARES AUTOSUFICIENTES

Se define como una casa autosuficiente aquella capaz de generar todo lo que se necesita consumir, tanto la energía como el agua, de una forma sostenible y eficiente.

- ¿PORQUÉ ES NECESARIO UN CAMBIO?

Uno de los principales retos en los que se enfrentan los países desarrollados, es el elevado consumo energético que presentan los hogares de hoy en día. El hecho de que las viviendas dependan totalmente de la energía para mantener una climatización adecuada y el exceso de consumo que estas presentan con todas las actividades del día a día, hace necesario que los hogares del siglo XXI sean rediseñados para optimizar el consumo energético.

- ¿QUÉ CAMBIO SE ESTÁ HACIENDO?

Hoy en día, se está empezando a poner hincapié en el nuevo concepto de hogar autosuficiente. Podemos afirmar que cualquier vivienda sostenible tiene 2 objetivos prioritarios. En primer lugar tendremos la capacidad del edificio para reducir las necesidades energéticas mediante técnicas de ahorro de energía y en segundo lugar, la capacidad de autoabastecerse con técnicas para aumentar su capacidad de generar suministros de energía y agua propios. Los dos principales métodos para conseguir hogares autosuficientes son:

Sistemas pasivos: Los sistemas pasivos presentes en los hogares sostenibles, permiten el uso de la energía solar sin la necesidad de tener técnicas muy sofisticadas como placas solares. Ejemplos de sistemas pasivos serían el uso de materiales que acumulen el calor para tener una calefacción más eficiente o el uso de aislantes térmicos para permitir mantener diferentes temperaturas sin importar la temperatura externa.

Sistemas activos de producción de energía: Los sistemas activos presentes en el hogar sostenible, son aquellos que permiten la obtención de energía y agua de forma sostenible y limpia. Un ejemplo serían las ya famosas placas solares o generadores eólicos que permitan proporcionar la totalidad de las necesidades energéticas del hogar.

Vemos por lo tanto como el uso y la generalización de los hogares autosuficientes, permitiría por un lado la penetración de los sistemas de energía renovables como la eólica y la solar en nuestras viviendas, reduciendo de forma drástica la generación de contaminantes y por otro lado, reduciría el consumo energético, por el hecho de optimizar los recursos disponibles y el propio entorno en el que se encuentra la propia vivienda.

- ¿QUÉ PAPEL HA JUGADO LA INGENIERÍA?

Desde el desarrollo de las nuevas técnicas para optimizar el aprovechamiento de las condiciones del entorno de nuestra vivienda, hasta la creación de nuevos materiales que permitan acumular calor o

reducir la cantidad de materias primas usadas en nuevas construcciones, el mundo de la arquitectura sigue siendo uno de los más afectados por la ingeniería.

Hoy en día, los principales campos de mejora son el uso generalizado de sensores para un aprovechamiento más inteligente de los recursos de climatización de las viviendas o la distribución de agua y también la regulación automática de estos parámetros. La mejora de las instalaciones eléctricas, para un uso generalizado de tecnologías de bajo coste energético también ha sido un punto importante, gracias a la nueva generación de tecnologías de la iluminación de bajo consumo. Por último, la creación de métodos precisos para detectar anomalías y fallos en las diferentes instalaciones de los edificios de forma inmediata.

IV.3 CIUDADES INTELIGENTES O “SMART CITIES”

El tercer ámbito en el que me voy a centrar para ejemplificar la mejora en el desarrollo sostenible basado en las energías renovables y la reducción de la contaminación, son las llamadas ciudades inteligentes. El concepto de ciudad inteligente se refiere a ciudades con un desarrollo sostenible que sean capaces de abastecer de forma adecuada las necesidades de los propios habitantes, de sus empresas e instituciones, tanto a nivel económico, como a nivel social y ambiental.

Relacionado estrechamente con el onceavo objetivo, se trata de uno de los objetivos que más impulso está teniendo desde el ámbito político internacional.

- ¿PORQUÉ ES NECESARIO UN CAMBIO?

Veamos como un tipo de ciudades más sostenibles tiene una importancia caudal para nuestro desarrollo en largo plazo, puesto que hoy en día las ciudades presentan una serie de problemas:

1. La mitad de la humanidad vive hoy en día en las ciudades. En 2030, ya será casi el 60% de la humanidad.
2. El 95% de esta expansión urbana se producirá en países en desarrollo, donde una gran parte de las poblaciones urbanas viven en barrios marginales.

3. Las ciudades ocupan el 3% del planeta. Producen el 75% de las emisiones de carbono y son las responsables del mayor consumo energético.

Aun y así, las ciudades se presentan hoy en día como la mejor opción por un desarrollo sostenible de nuestra sociedad. La elevada densidad de personas que presentan, permite obtener un aumento de la eficiencia energética, abaratando los costes del consumo, la energía y el despliegue de los servicios sociales del estado del bienestar.

- **¿QUÉ CAMBIO SE ESTÁ HACIENDO?**

Uno de los principales costes de las ciudades actuales es su alumbrado. En los últimos años han surgido diferentes alternativas para reducir el impacto ambiental del alumbrado, como tener sensores inteligentes que hagan variar la intensidad de la luz dependiendo de las condiciones del entorno, teniendo en cuenta si es de día o es de noche. También se ha generalizado el uso de nuevas tecnologías de bajo consumo como los LED. Ciudades como Oslo han conseguido mediante estas técnicas una reducción del 60% de la energía consumida.

Otra medida tomada por muchas ciudades ha sido el impulso de la energía solar, usando tejados de edificios ya existentes como ubicación de placas solares y captadores solares térmicos. Esta medida, estrechamente relacionada con la de hogares autosuficientes, permitiría una reducción del consumo energético y un impulso en el uso de las energías solares.

Entre otras medidas no tan relacionadas con el consumo de energía, se pueden encontrar las bonificaciones tributarias a los propietarios de coches eléctricos, la creación y gestión de todo un tramado de carriles para bicicletas o de zonas peatonales, para promover el desplazamiento interurbano sin coste energético. La gestión de las señales de control de tráfico dependiendo del tráfico interno de la ciudad en cada momento, evitando así congestiones y una acumulación

excesiva de contaminantes en ciertos puntos de la ciudad.

- **¿QUÉ PAPEL HA JUGADO LA INGENIERÍA?**

Desde la creación de los sistemas de distribución de agua y energía, hasta los diferentes transportes públicos urbanos, hasta el diseño y la optimización del terreno, las grandes ciudades han sido siempre un lienzo en blanco para ingenieros de todo tipo, cuyo objetivo era traer la modernidad y el bienestar a una población cada vez más urbana.

Así pues las ingenierías basadas en sistemas eléctricos, de comunicaciones y de los nuevos materiales serán las que jugaran un papel predominante. Desde la creación de sensores de bajo coste que permitan optimizar tanto el alumbrado urbano, como el uso racionado del agua en parques y jardines. La creación de nuevo sistemas de transporte menos contaminantes y más sostenibles. La mejora de los sistemas informáticos actuales o el tratamiento de big data para una mejor gestión de los servicios públicos y del trato con los ciudadanos.

V- La Ingeniería y su papel en el desarrollo sostenible.

Personalmente creo que la ingeniería, como cualquier otra profesión, puede aportar y tener un papel predominante en la mejora de nuestra sociedad y del mundo en el que vivimos.

La ingeniería como tal, puede aportar un gran número de soluciones técnicas y avances, si los ingenieros tenemos la voluntad de replantearnos las tecnologías que hoy en día están ya arraigadas y ver cómo se pueden mejorar, no tan solo para una optimización de su consumo energético, sino también para un abaratamiento de su proceso de creación y una consecuente facilitación de su distribución a un mayor número de gente independientemente de su estado económico. Una mejora en los diseños y materiales también podría ser posible para conseguir un reciclaje más fácil una vez acabado su ciclo de vida.

Claros ejemplos de esto son los tres ámbitos explicados anteriormente, en todos ellos se puede

observar cómo, tecnologías ya generalizadas en nuestras sociedades siempre pueden ser mejoradas y optimizadas para un uso más sostenible. Otros ejemplos no necesariamente relacionados con las energías renovables que en estos últimos años se han llevado a cabo, podrían ser la creación de nuevos métodos de detección de enfermedades a bajo coste, la creación de nuevos materiales completamente biodegradables y por lo tanto, no dañinos para el medio ambiente.

Por este motivo creo que la ingeniería puede y debe ser utilizada como un motor de cambio de la sociedad actual. Desde cuestionarse siempre la mejora de las tecnologías ya existentes y generalizadas, hasta la idealización de nuevas ideas que si bien a priori pueden parecer descabellas, pueden acabar siendo grandes cambios que revolucionen las sociedades de hoy en día tal y como las conocemos.

VI-REFERENCIAS:

[1] United Nations Desarrollo Sostenible, Available:
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/>

[2] El Confidencial, La evolución del coche eléctrico. Available:
http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2014-09-19/la-evolucion-historica-del-coche-electrico-dos-siglos-de-luces-y-sombras_202694/

[3] World Health Organization, Available:
http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/en/

[4] Creating Smart Cities, Available:
<http://www.creatingmartcities.es/ambitosmart-energy.php>

[5] El papel de las energías renovables, Available
http://ingenierosdeminas.org/documentos/81114_I_M_Congreso_Diputados/PapelEnergiasRenovables_13nov2008.pdf

[6] Gencat Mediambient, Available:
http://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/la_contaminacio_atmosferica/fonts_demissio_de_contaminants/

[7] United Nation Smart Cities, Available:
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

Aigua neta i sanejament

Marta Florido Llinàs, 21 d'abril de 2017

En aquest article, es parlarà de la crisi de l'aigua que actualment es pateix al món. Començaré mencionant algunes dades i fets per tal de contextualitzar la situació, i a continuació comentaré diferents maneres amb què s'esta intentant combatre aquesta crisi a diferents nivells, incloent algunes de les innovacions tecnològiques que s'estan desenvolupant. Amb aquesta petita recerca, pretenc complir un objectiu clar: ser més conscient de quin és l'abast del problema i quins són els esforços que s'estan fent actualment, i de quines maneres puc contribuir a combatre'l des del camí que he triat: el d'estudiar enginyeria física.

I. L'AIGUA AL MÓN I ALGUNES DADES

EN primer lloc, vull començar donant algunes dades sobre l'aigua ja que considero que és especialment rellevant recordar-les per tal de tenir una idea més global sobre les dimensions de la crisi.

A. L'aigua en números

Un 71% de la superfície terrestre està coberta per aigua, amb un volum d'aproximadament 1.400.000.000 km³. D'aquesta aigua, en trobem un 97,2% als oceans i un 2,8% d'aigua dolça, de la qual: 1,8% està en forma de gel, 0,96% com a aigua subterrània, 0,02% en llacs i rius, i 0,001% com a vapor d'aigua. Tot i això, l'aigua només representa un 0,022% de la massa de la Terra [1].

Per tant, aproximadament un 65% de l'aigua dolça es troba en forma de gel: els glaciars que estan a l'Àrtic o Groenlàndia, tot i representar-ne una fracció important, són inutilitzables pels humans per la seva inaccessibilitat, però l'aigua pertanyent a glaciars continentals sí que constitueix una gran part dels recursos hídrics de molts països.

Per altra banda, el 34% és aigua subterrània, i representa un 96% de l'aigua dolça no congelada de la Terra, per la qual cosa és un recurs important i, en general, proveeix entre un 25 i un 40% de l'aigua potable consumida a les poblacions.

Finalment, l'aigua superficial (de rius, llacs, embassaments) constitueix aproximadament només un 0,3% de l'aigua dolça, però tanmateix un 80% de l'aigua dolça renovable del planeta [2].

Pel que fa al consum humà, un 70% de l'aigua dolça es destina a l'agricultura, un 20% a la indústria, i un 10% per a consum domèstic, tot i que això varia molt segons el nivell de desenvolupament econòmic del país: als més rics, s'utilitza aproximadament un 30% de l'aigua per l'agricultura, un 59% en indústria i un 11% per al consum domèstic, mentre que als països amb una economia menys desenvolupada, això canvia a un 82% de l'aigua per a l'agricultura, un 10% per a la indústria, i un 8% per a l'ús domèstic [3].

B. L'aigua en persones

En una primera reflexió, sembla que un pot fer-se una idea de la distribució d'aquest líquid indubtablement essencial per a la vida a la Terra amb les anteriors dades, però abans cal integrar a l'anàlisi uns altres números molt diferents però que posen de manifest la magnitud del problema que tenim amb l'aigua.

Uns 783 milions de persones avui dia no tenen accés a un subministrament d'aigua potable i inofensiva per a la salut [4].

Uns 2400 milions de persones no tenen accés a un sanejament bàsic [5].

Més de 5000 infants menors de 5 anys moren cada dia com a conseqüència de la ingesta d'aigua contaminada o de la mala higiene [5].

443 milions de dies escolars són perduts cada any al món per qüestions relacionades amb la manca d'aigua i sanejament [4].

Però és que a part d'aquests números ja monstruosos per si mateixos, per no parlar de la gran desigualtat en la distribució de l'aigua potable als països (només un 0.5% de l'aigua de la Terra pot ser utilitzada pels humans, mentre que menys de 10 països posseeixen un 60% del subministrament total d'aigua potable; i a més, en la major part de ciutats europees, cada persona gasta entre 200 i 300 litres d'aigua cada dia, mentre que a països com Moçambic, aquesta xifra és de menys de 10 litres per persona i dia), sinó que s'està utilitzant de manera totalment insostenible: des de 1940, el consum d'aigua al món s'ha quadruplicat mentre que la població mundial només s'ha doblat; en un 60% de ciutats europees amb més de 100.000 persones, l'aigua subterrània s'està utilitzant molt més ràpidament del que pot regenerar-se; i molts sistemes de proveïment d'aigua amb alguns anys, malgasten més d'un 40% de l'aigua que transporten a causa d'averies i components en mal estat [5,6].

I és que no només l'aigua és completament essencial en la indústria i en general en la fabricació de gairebé qualsevol producte, sinó també en l'elaboració d'aliments (això inclou l'agricultura, que com ja s'ha vist consumeix un 70% de l'aigua dolça utilitzada per a consum humà). De fet, es calcula que en un futur proper, un 50% més d'aigua dolça es necessitarà en aquest camp per abastir la creixent demanda d'aliment de la població; per posar alguns exemples, una simple tassa de cafè requereix 140 litres d'aigua per a la seva total elaboració, mentre que 15.500 litres es necessiten per arribar a produir un kilogram de carn [5].

Està clar que l'aigua és fonamental per al benestar i la salut dels humans. Les malalties causades per un accés limitat a l'aigua i sanejament bàsic maten més persones que qualsevol tipus de violència, i aproximadament la meitat dels llits d'hospital del món estan ocupats per pacients que les pateixen.

Pel que fa a les conseqüències més estretament lligades amb la falta d'accés a un sanejament bàsic, a part de la dada que ja s'ha donat de 2400 milions que no en tenen, d'entre elles n'hi ha 946 milions que defeqüen a l'aire lliure causant una gran contaminació i perill per a la seva salut, i un 10% de la població mundial s'alimenta de productes que han estat regats amb aigües residuals. Tot això provoca i estimula la transmissió de malalties com el còlera, la diarrea, l'hepatitis A, la febre tifoide, i moltes més malalties infeccioses, com per exemple l'esquistosomosi, una malaltia crònica que especialment afecta el creixement i desenvolupament cognitiu dels nens, i que pateixen 240 milions de persones, sent així considerada la segona malaltia parasitària més socioeconòmicament devastadora després de la malària [6].

Per altra banda, la falta de sanejament durant la menstruació i el fet que a moltes cultures segueixi sent considerat un tema tabú, provoca una gran davallada al benestar de les dones que es troben en aquesta situació, repercutint directament, per exemple, en el número de dies que les dones poden assistir a classe des del moment en què tenen la menstruació, així com suposant riscos per a la seva salut [7].

Un exemple d'això és el cas del Senegal: una esquesta realitzada a 5000 escoles del Senegal va revelar que més de la meitat no tenien subministrament d'aigua, i gairebé la meitat no tenien instal·lacions de sanejament bàsic. De les escoles que sí en tenien, només a la meitat es feia la separació entre nois i noies, de manera que les alumnes acabaven decidint no utilitzar-les per por a ser vistes, arribant a l'extrem d'evitar la ingesta d'aigua per tal de no tenir la necessitat d'orinar, cosa que resultava en deshidratació i incapacitat per concentrar-se [8].

Per acabar, cal dir que als llocs on hi ha escassetat d'aigua, costums com per exemple rentar-se les mans o altres hàbits que assegurin una bona higiene, són vistos com a privilegis i s'ometen. Per tant, per resoldre el problema de l'aigua a tot el món, no només cal unes infraestructures adequades i sostenibles, sinó que a més és necessari educar la població per evitar que continuïn tenint idees i costums que posen en perill la seva pròpia salut.

II. L'AIGUA COM A DRET

El 28 de juliol de 2010, l'Assemblea General de les Nacions Unides va reconèixer explícitament el dret humà a l'aigua i sanejament, considerant-lo essencial per al compliment de tota la resta de drets humans. D'aquesta manera, es pretenia impulsar els governs i les organitzacions internacionals perquè realitzessin tots els esforços possibles al respecte.

El dret humà a l'aigua es defineix de la següent manera: "The human right to water entitles everyone to sufficient, safe, acceptable, physically accessible and affordable water

for personal and domestic uses." [8].

Considero que és important explicar millor cadascun dels adjectius utilitzats a la definició, ja que estableixen de forma teòrica els mínims necessaris en relació a l'aigua perquè una persona pugui tenir una vida digna, i per tant els objectius que les organitzacions dedicades a intentar assegurar el compliment d'aquest dret persegueixen [8].

A. Suficient:

Una persona ha de disposar de manera contínua i suficient d'aigua per al seu ús personal i domèstic, cosa que correspon mínim a una quantitat d'entre 50 i 100 litres d'aigua per dia per cobrir les seves necessitats més bàsiques sense que la seva salut es vegi compromesa (inclou l'aigua per beure, sanejament, rentar la roba, preparar el menjar, higiene personal i de la llar...).

B. Segur:

L'aigua ha d'estar neta i no ha de contenir microorganismes o altres substàncies contaminants que puguin causar patologies als humans. Les organitzacions internacionals de salut han definit estàndards de qualitat de l'aigua per tal d'assegurar-ho.

C. Acceptable:

Això vol dir que, a part que l'aigua ha de tenir color, olor i gustos apropiats per a l'ús personal o domèstic, també les infraestructures i serveis que la proveeixen han de respectar la cultura i medi ambient del lloc així com també les diferents necessitats lligades al gènere, l'edat i la privacitat.

D. Físicament accessible:

En general, s'ha establert (per la World Health Organization (WHO)) que una persona ha de disposar d'una font d'aigua potable a una distància de menys de 1000 metres de casa seva i que el temps per anar a recollir-ne ha de ser menor als 30 minuts (cosa que en moltes ocasions no es compleix i és una tasca que acaba recaient sobretot en nens i en dones, repercutint, per exemple, com ja s'ha vist a les dades, al nivell d'escolarització).

E. Assequible:

L'aigua hauria de tenir un cost assequible per a tothom, i el Programa de les Nacions Unides per al Desenvolupament (UNDP) va establir que, en general, els costos no haurien de superar el 3% dels ingressos d'una casa.

III. L'AIGUA I ELS ESFORÇOS

Hi ha moltes organitzacions a tots els nivells que lluiten perquè el dret a l'aigua deixi definitivament de ser un privilegi. Per tal d'assolir aquest objectiu, no només s'han d'aportar les infraestructures necessàries a les poblacions, sinó que també s'ha de vigilar que aquestes siguin sostenibles, adequades a les necessitats de cada lloc, i factibles a llarg termini (és a dir, cal resoldre el problema del manteniment de les instal·lacions, de possibles avaries...).

A més, s'ha d'educar la població perquè adoptin costums d'higiene que abans els era impossible mantenir a causa de la manca d'aigua, respectant la seva cultura en el procés.

Però a part de tot això, és essencial desenvolupar nous processos i tecnologies que permetin implementar solucions

que, utilitzant menys recursos, suposin grans millores per a les condicions de vida de les persones.

Crec que és precisament en aquest últim punt on la ciència i l'enginyeria, i en aquest cas concret els enginyers físics, podem intentar marcar una empremta més profunda.

Així doncs, he considerat oportú explicar a continuació una mica en què es basa l'acció de diverses organitzacions importants relacionades amb el dret a l'aigua i el sanejament per poder tenir una idea global de quina és l'acció que s'està duent a terme, a més de parlar d'alguns productes que utilitzen tecnologia o idees innovadores per millorar el món.

A. Organitzacions per l'aigua:

Exactament, com intenten assolir els seus objectius? Associacions com per exemple Water.org treballen a tot el món i proveeixen no només infraestructures sinó també seminaris intensius sobre higiene i salut, a més de donar petits préstecs a comunitats en desenvolupament per ajudar que es fabriquin les seves pròpies instal·lacions d'aigua potable i sanejament [9].

D'altres, com per exemple One Drop, creada pel fundador del Cirque du Soleil, a part de construir fonts, lavabos i altres instal·lacions necessàries, també els proveeixen amb cuines energèticament eficients, contribueixen al seu desenvolupament econòmic i social aportant horts familiars, arbres fruiters, eines per la pesca i les granges... A més, degut a l'experiència del seu fundador en aquest camp, organitzen periòdicament espectacles relacionats amb l'aigua en els quals s'involucra molta gent de les poblacions en què es duen a terme els projectes, intentant així educar les persones utilitzant una eina poderosa a l'hora d'adquirir coneixement: l'emoció [10].

També, per exemple, l'organització Miya intenta reduir al màxim el que anomenen Non-Revenue Water (NRW), és a dir, aigua dolça que es perd abans de poder ser utilitzada per culpa d'imperficcions o avaries en els sistemes de distribució, cosa que es calcula que cada dia fa perdre milions de metres cúbics d'aigua neta [11].

B. Organitzacions per l'aigua i recerca:

Hi ha moltes institucions que investiguen sobre l'aigua per aportar millors solucions. Per posar algun exemple, el Columbia Water Center (CWC) tracta aquests temes i dissenya models sostenibles de distribució d'aigua. La seva recerca es basa en buscar les maneres en què la hidrologia, l'enginyeria, l'agricultura, les polítiques públiques, i l'economia poden contribuir a solucionar el problema de l'aigua de manera sostenible [12].

Una altra organització de recerca és PureMadi, creada per estudiants de la Universitat de Virgínia que estudien principalment tecnologies de filtració de l'aigua en col·laboració amb una Universitat de Sud-àfrica. Hi han dut a terme projectes com per exemple una fàbrica sostenible per produir un filtre de ceràmica que utilitza materials propis de Sud-àfrica per purificar l'aigua, o el MadiDrop, un petit disc de ceràmica recobert de nanopartícules de plata i de coure que pot potabilitzar contínuament l'aigua del recipient en què es col·loqui durant sis mesos [13].

C. Organitzacions per l'aigua i algunes innovacions tecnològiques:

Avui dia, ja s'han començat a dissenyar productes i propostes originals que estan canviant la vida d'aquells que viuen privats del seu dret a l'aigua.

Per exemple, existeix un projecte que es diu Hippo Water Roller Project que ha elaborat un producte (Figura 1) que planteja una solució temporal per al transport d'aigua mentre encara no hi hagi aixetes a les cases. Aquests recipients, que poden transportar fins a 90 litres d'aigua i duren uns 7 anys, substituiran les petites i incòmodes galledes que provocaven problemes a la columna vertebral i a la salut sobretot de les dones i una gran pèrdua de temps (elles dediquen en mitjana més del 26% del seu temps al transport d'aigua). Actualment, ja n'hi ha més de 44.000 distribuïts per més de 20 països de l'Àfrica [14].



Fig. 1. Persones utilitzant Hippo Water.

Un altre projecte que ha portat a terme la UTEC (la Universitat d'Enginyeria i Tecnologia de Lima, al Perú), és la construcció d'uns cartells (Figura 2) que, mitjançant un procés d'osmosi inversa, condensen la humitat de l'ambient (en aquella zona hi ha una humitat relativa del 98% però pluges extremadament escasses) transformant-la en aigua potable, i noves versions del producte han permès que també s'utilitzi com a purificador d'aire, realitzant la tasca de 1200 arbres cada dia. Un d'aquests cartells, per exemple, va filtrar 9450 litres d'aigua durant tres mesos, cosa que serveix per abastir centenars de famílies en un mes [15,16].

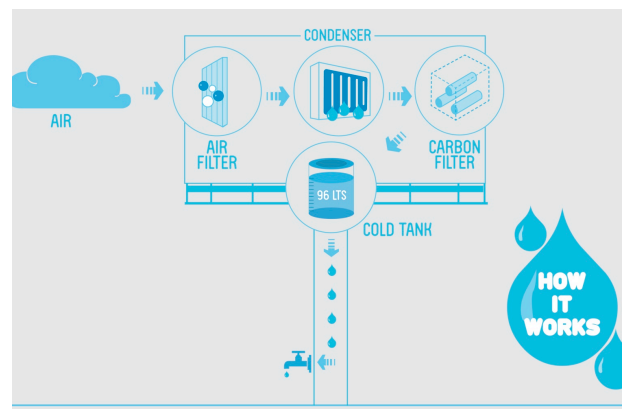


Fig. 2. Funcionament del dispositiu convertidor d'humitat en aigua potable.

Un altre exemple és WATERisLIFE, que desenvolupa un producte anomenat The Straw. Tal i com s'observa a la Figura 3, es tracta d'un dispositiu portàtil potabilitzador d'aigua que

es pot utilitzar com una palleta per beure directament de la font d'aigua. Dura un any i està dissenyat per atascar-se quan ja no és efectiu. A part d'això, tenen un preu d'aproximadament 10 dòlars i poden ser adquirits per qualsevol organització que vulgui a dur a terme un projecte en una zona necessitada [17].



Fig. 3. Estructura interna del The Straw.

Utilitzant aquesta mateixa tecnologia per als filtres, que eliminen un 99,9% dels bacteris presents a l'aigua, WATERisLIFE ha desenvolupat també el "Drinkable Book" (Figura 4), un llibre on les pàgines, que tenen escrites frases sobre costums que cal adoptar en relació a l'aigua per protegir la salut, són filtres cadascun dels quals dura uns 30 dies, de manera que un llibre d'aquests, a part de tenir una producció poc costosa, permetria a una persona disposar d'aigua potable durant uns 4 anys [18].

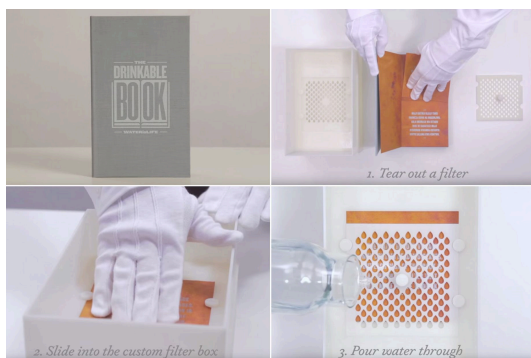


Fig. 4. Ús del Drinkable Book.

Més organitzacions estan treballant en noves tecnologies per l'aigua. Institucions com el MIT estan investigant, per exemple: l'obtenció d'aigua a partir de la humitat de l'ambient i la dessalinització d'aigua a costos baixos a través de l'electrodialísis (procés que permet extreure de l'aigua substàncies ionitzades dissoltes sota l'influència d'un camp elèctric a través de membranes selectives, utilitzant principalment nanopartícules de vidre, les quals no assoleixen costos elevats, i tampoc requereix grans infraestructures).

La Universitat de Califòrnia també està desenvolupant filtres menys costosos i més eficients utilitzant capes molt fines d'òxid de grafè (de manera que variant l'espai entre les capes, aquests nanofiltres poden eliminar gairebé qualsevol contaminant de l'aigua) [19].

IV. REFLEXIONS

Abans de res, voldria començar parlant sobre un moment en la recerca d'informació per escriure aquest article que em va fer canviar una mica el meu punt de vista respecte el meu paper en la lluita contra la crisi de l'aigua i el sanejament bàsic.

Navegant per Internet, vaig trobar una organització anomenada One Drop de la qual ja n'he parlat a l'apartat III.A. Més o menys, realitzava esforços semblants a la resta d'associacions sobre les quals havia llegit, però hi va haver una cosa que em va cridar l'atenció: One Drop organitzava espectacles artístics (l'anomenat art social) per tal de conscienciar les persones sobre l'aigua i la higiene a través de l'art i les emocions. Després, vaig veure que el seu fundador era precisament Guy Laliberté, el creador del Cirque du Soleil. I per què em va impactar això? Doncs la veritat és que no en sé gairebé gens sobre Guy Laliberté, ni quin és el seu paper exactament a l'organització, ni quina relació té que ell sigui el fundador del Cirque du Soleil amb els espectacles artístics que s'organitzen durant els projectes; però d'alguna manera, em va fer adonar-me que un sempre pot intentar utilitzar les seves passions i allò en què està especialitzat per fer un impacte de veritat al món, per ajudar altres persones.

I és que jo personalment, quan rebo informació sobre tota la quantitat de problemes que hi ha al món actualment i tota la gent que viu infeliç per motius completament diversos i totes les monstruositats que succeeixen, em sento desbordada, en el sentit no només que no sóc capaç d'imaginar-ho, sinó també en el de la impotència, en el de sentir-me una simple persona que intenta anar fent el seu camí, i sense allò que fa falta per fer un canvi real al món. Però aquest exemple dels espectacles de One Drop, o també projectes empresos per estudiants universitaris com el que he comentat a l'apartat III.B (PureMadi), m'ha fet veure, o si més no, interioritzar una mica més, que és la voluntat allò que pot moure més coses, i que un mateix com a individu no fa res, però si realitza un esforç de debò per utilitzar les seves passions i gustos i els seus coneixements amb la fi d'ajudar, de resoldre problemes reals, no és impossible aconseguir-ho.

I què puc fer? Aquesta és una pregunta de la qual m'encantaria saber la resposta. Però ara per ara, crec que allò que haig de fer és continuar formant-me i estudiant enginyeria física mentre m'informo el màxim possible sobre el món, sobre tot allò que està passant al meu entorn i sobre quins són els problemes que afecten els humans. I en un futur molt proper, com a enginyera física, tindrà al meu abast moltes eines que em permetran, per exemple, participar en qualsevol dels projectes de l'apartat III.C, ja que totes les innovacions tecnològiques que he mencionat utilitzen coneixements que s'adquireixen en part durant la carrera: d'electromagnetisme (per l'electrodialísis per exemple), de termodinàmica, de química, sobre membranes, filtració, mecànica de fluids, estat sòlid, nanotecnologia... I el mateix amb la majoria de camps de recerca relacionats amb les solucions tecnològiques per assegurar el dret a l'aigua. Una vegada tingui tots aquests coneixements i estigui més informada, podré decidir amb llibertat i basant-me en allò que realment m'agradi fer (ja que és poc probable que algú porti alguna cosa a la resolució d'un problema si és infeliç dedicant-s'hi) què és allò en què podria aportar el meu propi gra de sorra.

REFERÈNCIES

- [1] ROHLI, Rbert V.; VEGA, Antonhy J., *Climatology*, Jones and Bartlett Learning, 2011, p.105
- [2] Wikipedia (en castellà), *Agua*, disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Agua>
- [3] World Business Council for Sustainable Development, *Facts and trends (Water)*, disponible en: http://www.unwater.org/downloads/Water_facts_and_trends.pdf
- [4] The Water Project, *Statistics of the water crisis*, disponible en: https://thewaterproject.org/water-scarcity/water_stats
- [5] Water for the World, *Water facts*, disponible en: <http://waterfortheworld.net/index.php?id=12>
- [6] World Health Organization, *Sanitation: Key facts, Water: Key facts*, disponibles en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs392/en/>, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/en/>
- [7] The Guardian, *Menstruation misery for schoolgirls as sanitation woes hit hopes for the future*, disponible en: <https://www.theguardian.com/global-development/2014/may/28/period-misery-schoolgirls-menstruation-sanitation-shame-stigma>
- [8] United Nations. International Decade for Action 'Water for life' 2005-2015. *The human right to water and sanitation*, disponible en: http://www.un.org/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml
- [9] *Water.org*, disponible en: <http://water.org>
- [10] *One Drop*, disponible en: <https://www.onedrop.org/en/>
- [11] *Miya. Arison Group*, disponible en: <http://www.miya-water.com/>
- [12] *Columbia Water Center*, disponible en: <http://water.columbia.edu/>
- [13] *PureMadi*, disponible en: <http://www.puremadi.org/>
- [14] *Hippo Roller*, disponible en: <https://www.hipporoller.org/>
- [15] UTEC, *Potable Water Generating Billboard*, disponible en: <https://www.utec.edu.pe/en/ingenuity-in-action/potable-water-generating-billboard>
- [16] Goodnet, *The amazing billboard that filters water*, disponible en: <http://www.goodnet.org/articles/amazing-billboard-that-filters-water>
- [17] Water is life *The Straw*, disponible en: <http://waterislife.com/clean-water/the-straw>
- [18] Water is life. *New technology*, disponible en: <http://waterislife.com/clean-water/new-technology>
- [19] WaterWorld, *Drinking water innovations*, disponible en: <http://www.waterworld.com/articles/print/volume-32/issue-5/features/drinking-water-innovations.html>

Un vaixell més sostenible. Nanopintures

Andrea Fontanet Valls
Competència Sostenibilitat i Compromís Social (TCIRC)
Enginyeria Física, UPC
2016-2017

Abstract—El mitjà de transport més utilitzat actualment per al comerç de mercaderies és el marítim. Les incrustacions en els bucs dels vaixells sempre han estat un inconvenient. Les pintures que s'han utilitzat i les que s'utilitzen actualment per solucionar aquest problema no són prou sostenibles. Aquest article mostra com podem augmentar l'eficiència energètica dels vaixells per tal de ser més respectuosos amb el medi marí, tot millorant la seva hidrodinàmica gràcies a la utilització de pintures que incorporen la nanotecnologia en el procés de fabricació i que s'empren en el recobriment dels bucs dels vaixells. En definitiva, tracta d'un tema que encara té molt camí per recórrer els propers anys i del qual l'enginyeria física té molt a dir.

I. INTRODUCCIÓ

L'any 2015, l'ONU va adoptar un conjunt de 17 objectius per protegir el planeta, eradicar la pobresa i assegurar la prosperitat per a tots. Són els coneguts **Objectius de Desenvolupament Sostenible**. L'objectiu 14, "Vida submarina", té com a meta conservar i utilitzar de forma sostenible els oceans, els mars i els recursos marins per al desenvolupament sostenible [1].

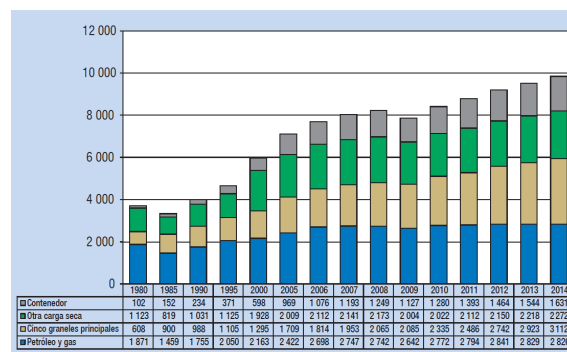
Com a futura enginyera física, m'agradaria contribuir, entre moltes altres coses, a la cura i a la millora dels ecosistemes marins per tal d'assolir l'objectiu esmentat anteriorment, tot dissenyant vaixells que siguin més respectuosos amb el medi. Amb un bon disseny integral (construcció, explotació i desballestament) s'aconseguiria millorar l'eficiència energètica, reduir els residus i alhora respectar la vida marina.

En aquest article em centraré en explicar que si es milloren les propietats de les pintures emprades en els recobriments dels bucs dels vaixells, es complirien en gran part els objectius proposats.

II. TRANSPORT MARÍTIM

Més del 80% del comerç mundial de mercaderies es realitza per mar, de manera que el transport marítim segueix sent l'espina dorsal del comerç internacional i la globalització.

A principis de 2015 la flota comercial mundial comptava amb gairebé 90000 vaixells amb una capacitat de transport total d'aproximadament 1750 milions de tones de pes mort.



Evolució del transport marítim internacional de mercaderies (en milions de tones) des de l'any 1980 fins a l'any 2014, segons dades de la Conferència de les Nacions Unides sobre Comerç i Desenvolupament (UNCTAD, ONU) [2]

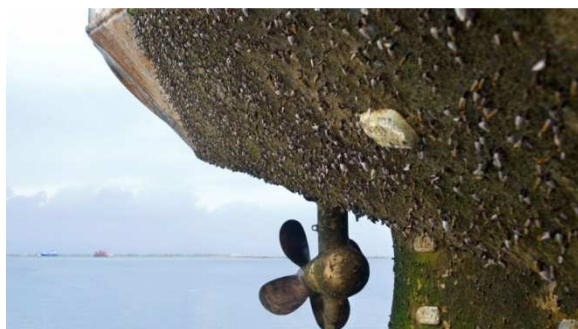
La profunda dependència del petroli per a la propulsió d'aquests vaixells posa en perill l'assoliment dels objectius de conservació dels recursos i produeix un deteriorament del medi ambient, a causa de la contaminació atmosfèrica i marina i de les emissions de carboni. El 2012, les emissions de diòxid de carboni (CO₂) provocades pel transport marítim internacional es van estimar en un 2,2% de les emissions totals de CO₂ (Organització Marítima Internacional, OMI; 2014) [3]. Tot i que la contribució del trànsit marítim internacional a les emissions globals de carboni pugui ser relativament baixa si s'estimen per unitat de càrrega i per distància recorreguda, és probable que aquestes emissions creixin si no se'ls posa control [2].

Els reglaments internacionals exigeixen que la indústria naviliera inverteixi en tecnologies ambientals, i repercuteixi en qüestions com ara les emissions, els residus i/o el tractament de l'aigua de llast. Algunes de les inversions no són només beneficioses per al medi ambient sinó també poden produir estalvis a llarg termini, per exemple, gràcies a la major eficiència dels combustibles.



III. PROBLEMÀTICA DE LES INCRUSTACIONS

Quan les embarcacions romanen a l'aigua, és inevitable que la part en contacte amb l'aigua del buc del vaixell (obra viva) es recobreixi de petits organismes marins, fet que es coneix amb el nom d'incrustacions, que afecten notablement la qualitat de les prestacions. El fet de mantenir aquesta part del vaixell en unes condicions adequades serà de gran utilitat per tal d'estalviar combustible i a més, augmentar la velocitat de l'embarcació [4].



També s'ha de destacar que l'augment del consum de combustible a conseqüència de les incrustacions incrementa un altre problema mediambiental com és l'augment d'emissions de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera tals com CO_2 , SO_x i NO_x , així com les precipitacions de pluja àcida que estan modificant el pH dels oceans a valors més baixos.

Des d'un punt de vista d'alteració d'ecosistemes, potser l'efecte més notori del biofouling

(incrustacions biològiques) ha estat el transport indesitjat d'organismes adherits a cascots de vaixells, particularment transoceànics, a distàncies llunyanes, d'ecosistemes molt dispars. Així, espècies natives de certs mars s'han convertit en plagues a milers de quilòmetres de les seves habitat d'origen, un cop són despreses dels vaixells per motius naturals o bé a l'efectuar la seva neteja [5] [6].

Val a dir que les embarcacions naveguen més ràpidament i consumeixen menys combustible quan els seus bucs es troben nets, llisos i lliures d'incrustacions, com ara algues, mol·luscs, etc., ja que la colonització d'aquests organismes de l'obra viva de les embarcacions incrementa la seva resistència a l'avanç en l'aigua. Una major gravetat d'incrustació implica una major resistència de fricció i per tant una major demanda de potència per mantenir una certa velocitat. A més, si hi ha menys incrustacions, es millora la maniobrabilitat, l'estabilitat i la seguretat i pot suposar una disminució dels costos invertits en reparació i manteniment del buc. Per això, sempre ha estat important investigar i descobrir formes de mantenir els bucs dels vaixells lliures d'incrustacions.

IV. TRACTAMENT DE LES SUPERFÍCIES DEL BUC

Durant molts anys, es van cobrir els bucs de les naus amb substàncies tòxiques que frenaven la invasió, com ara la cal, l'arsènic i compostos de mercuri, juntament amb pesticides. Però aquests productes mataven els peixos i altres éssers marins, cosa que portà a molts governs del món a prohibir la seva utilització en embarcacions.

Des dels anys 60 - 70 del segle passat i fins fa poc temps, la indústria de productes químics ha estat desenvolupant unes pintures antiincrustants eficaces i rentables que utilitzaven compostos metàl·lics. El principal compost actiu biocida de les pintures per a vaixells era el tributil d'estany (TBT), el qual presentava una alta eficàcia contra l'adhesió d'una variada gamma d'organismes, tal i com ja s'ha esmentat anteriorment.

No obstant això, aviat es va fer evident que s'havia de pagar un preu, i no només econòmic, per l'ús de pintures antiincrustants que contenien TBT. Estudis ambientals van demostrar que aquest compost és molt persistent en el medi marí i altera significativament una gran quantitat d'organismes fins i tot en concentracions

baixíssimes, de l'ordre de nanograms per litre. Aquests compostos maten vida marina que no s'havia incrustat en els bucs dels vaixells, amb un elevat risc d'afectar la cadena alimentària de l'ecosistema marí i, per suposat, amb una alta probabilitat d'acabar sent consumit pel humans. A més, es va comprovar que el TBT causava alteracions en diversos organismes marins, com ara deformacions en ostres, mutacions sexuals en mol·luscs i cargols i alteracions en el sistema immunològic i genètic d'altres espècies marines [7].

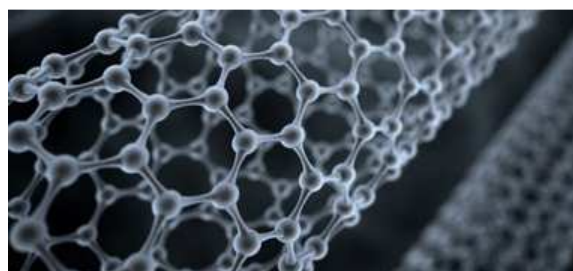
Per aquest motiu, i amb la lluita d'organismes com Greenpeace, des de l'any 2008, l'ús de TBT ha estat totalment prohibit per l'Organització Marítima Internacional (OMI), l'organització de les Nacions Unides que s'encarrega de la seguretat de la navegació i la prevenció de la contaminació marina. En l'actualitat, la majoria de les pintures per a vaixells contenen coure incrustat en una matriu plàstica; això, però, no implica que la solució sigui completament eficaç ni que no provoqui danys ambientals. En efecte, és sabut que el coure, tot i que en principi és un oligoelement, dissolt en aigua per sobre d'uns valors de concentració és un element nociu, de manera que no seria d'estranyar que en un futur hagi de ser també exclòs de les pintures per a vaixells.

Degut a les greus conseqüències sobre l'entorn marí que s'han pogut observar al llarg de la història nàutica per l'alliberació de biocides, algunes marques dedicades a aquesta indústria han estat desenvolupant antiincrustants que consisteixen en evitar les incrustacions a partir de fenòmens físics i no químics. Actualment s'està treballant en projectes de **nanotecnologia** i biomecànica (enzims i proteïnes naturals) per desenvolupar mitjans ecològics antiincrustants que garanteixin efectivitat i menor impacte ambiental per a futures generacions [8] [9] [10].

Una de les moltes opcions que hi ha en el camp de la nanotecnologia és que unes nanopartícules que acostumen a ser d'òxid de coure o també d'òxid de zinc dopat s'apliquen a la superfície del vaixell a través d'un transport líquid i aquestes penetren dins el buc. El suport desapareix i les nanopartícules fan d'antifouling (antiincrustant) i no alteren la superfície ni la danyen. Quan l'aigua, els mol·luscs o les algues arriben a la superfície no poden adherir-se. Aquest fet permet una major velocitat del vaixell, major maniobrabilitat, no deixa residus, respecta el medi ambient, no altera ni afecta la

fauna marina i no fa malbé el buc del vaixell ni l'altera. A més, hi ha una disminució dels costos de manteniment i un estalvi molt important de combustible.

Una altre avantatge d'aquestes nonopintures és que són hidròfobes. Es produeix el fenomen que es coneix amb el nom de flor de lotus. A causa de l'arquitectura nanoscòpica de la superfície, es minimitza l'adhesió de les gotes d'aigua a la superfície, l'aigua rellisca més i el vaixell és capaç d'assolir una major velocitat i una major maniobrabilitat.



Així, com el que es busca en un producte destinat a la nàutica és que, a més de ser antifouling i anticorrosiu, redueixi la resistència a l'avanç de les embarcacions, aquesta pintura no només suposaria la disminució dels costos de combustible, sinó també de les emissions de CO₂ i alhora s'evitaria l'alteració dels ecosistemes marins del planeta.

Aquest tipus de pintura s'aplica molt en els vaixells de competició i embarcacions d'esbarjo i oci, tot i que encara s'aplica poc en mercants, amb grans superfícies per recobrir, a causa de l'elevat cos que suposa. S'ha de continuar investigant per augmentar l'eficiència i abaratir els costos de producció, i així poder aplicar aquestes pintures als grans bucs dels vaixells mercants.

V. CONCLUSIONS

Els oceans de la Terra, amb les seves dinàmiques físiques, les seves propietats químiques i la seva vida, mouen sistemes de manera global que fan que el planeta sigui habitable per a tota la humanitat. Tot el que fa possible que hagi vida a la Terra, com ara les precipitacions, el clima, el temps, l'aigua potable, gran part dels aliments que consumim, les costes i fins i tot l'oxigen de l'aire que respirem, prové en última instància de la mar i és regulat per aquesta.

Històricament, els oceans i els mars han estat essencials per al comerç i el transport. La gestió prudent d'aquest recurs mundial essencial és una característica clau del futur sostenible. Per tant, un canvi de mentalitat en l'explotació sostenible de la mar ens pot ajudar a viure en un planeta menys contaminat.

És evident que el futur de les pintures antifouling passa per la nanociència. Val a dir que les empreses que es dediquen a investigar i fabricar aquest tipus de pintures, com és d'esperar, proporcionen molt poca informació dels seus últims avenços.

En un futur, com a enginyera física, m'agradaria saber molt més sobre nanotecnologia i nanociència per poder estudiar amb més profunditat, entre altres coses, com es poden millorar aquestes pintures antifouling i sobretot, per ajudar a millorar tot allò que m'envolta.

És fonamental invertir més en investigació per tal d'aconseguir un món més blau. En aquest sentit, la nanotecnologia tindrà molt a dir en tots els camps de l'enginyeria per a obtenir materials amb unes millors propietats, els quals faran que sigui possible una explotació dels recursos més sostenible. En el camp de la nàutica estariem parlant de pintures fotovoltaiques, lubricants millorats, etc. Amb tot això aconseguiríem una major eficiència energètica dels vaixells, cosa que implicaria un menor consum de combustible i totes les avantatges mediambientals que això comporta.

Els ciutadans hem d'exigir de manera més contundent als governs que legislin fent més cas a ecologistes i als informes de molts científics, per seguir unes polítiques mediambientals que millorin la qualitat de vida de tots els éssers.

Així doncs, la nanotecnologia encara té molt camí per recórrer i els estudis d'enginyeria física seran una peça clau per al seu desenvolupament.

REFERÈNCIES

- [1] United Nations, Available: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [2] UNCTAD-ONU, «Informe sobre el transporte marítimo» 2015
- [3] Organització Marítima Internacional (OMI), Available: <http://www.imo.org/es/about/paginas/default.aspx>
- [4] International Yacht Paint, Available: http://www.yachtpaint.com/LiteratureCentre/antifouling_101_usa_eng.pdf
- [5] University of Calgary, «Solutions to Marine biofouling» Available: <http://shipfoulingchem409group2.wikispaces.com/Solutions+to+Marine+Biofouling>
- [6] Ecología verde, Available: <http://www.ecologiaverde.com/ambio-proyecto-para-impedir-que-se-adhieran-organismos-al-barco/>
- [7] J. V. A. Felipe, «Evaluación de efectos de biocidas contenidos en recubrimientos antifouling en ecosistemas marinos» UPM, 2011
- [8] Nanopinturas, Available: <http://www.nanopinturas.com/es/nanopinturas.php>
- [9] Hempel, Available: <http://www.hempel.es/es-ES/marine>
- [10] Industrias Kolmer, «Investigación de la nanotecnología en el campo de la pintura». Available: <http://www.pinturaskolmer.es/Articulo%20investigacion%20nanotecnologia%20en%20la%20pintura.pdf>

La fi de la pobresa i l'enginyeria

FORSBERG CONDE, Martín

Resum documental—Aquest treball explorarà el concepte de la pobresa, primer des d'un punt de vista teòric, per després entrar en què podem fer, com a enginyers i com a científics, per a lluitar contra aquest gran problema en la nostra societat.

I. INTRODUCCIÓ I DEFINICIONS

La pobresa és un concepte ample que evoluciona amb el temps i el territori. El terme *pobresa energètica* és habitual en els mitjans de comunicació, però només perquè la gran majoria de la població al nostre país té accés a l'energia. El concepte de pobresa energètica no tenia sentit fa cinc-cents anys, ni té sentit en els països del tercer món.

És evident que, mentre hi hagi una diferència salarial i de patrimoni, anomenarem les persones amb més diners riques, i les persones amb menys diners pobres. A aquest concepte li direm *pobresa relativa*. És possible que la pobresa relativa augmenti, però el nivell de vida de tota la població pugi. Per això, aquest concepte no ens serà útil i no el desenvoluparem més en aquest treball.

La *pobresa absoluta* és el nivell de pobresa en què una persona no pot satisfer els seus drets humans més bàsics, i no pot obtenir aliment, aigua, educació, llar

ni/o sanitat. Aquest concepte és més objectiu i es pot mesurar a través del temps i el territori. Per posar una quantitat de diners quantificable, habitualment es parla d'1.25\$ al dia, segons els preus del mercat de 2005. A partir d'ara, em referiré a la pobresa absoluta com *pobresa*.

II. DISCUSSIÓ: LA POBRESA EN EL TEMPS I L'ESPAI

L'any 1820, gairebé *tothom* era pobre¹. Comparem aquesta dada amb la gràfica que correspon al present (figura 1), quan només és pobre una de cada sis persones.

Analitzem la situació actual.

Temps La tendència temporal és clarament positiva. La pobresa és cada cop menys comuna. Fins i tot als països més pobres, les condicions de vida actuals són millors que les de fa anys, quan la majoria d'ells estaven sotmesos al colonialisme. La pobresa es va reduir a la meitat entre el 2000 i el 2010² (5 anys abans del que marcava l'objectiu de les Nacions Unides). El nou objectiu marcat per les Nacions Unides, per 2030, és l'erradicació de la pobresa.³

Territori És evident que hi ha un problema greu a l'Àfrica subsahariana. Les raons per les que uns territoris són més rics que uns altres són complexes, i tenen a veure amb la situació geopolítica i històrica dels països. Tot i que la proporció de pobresa és més

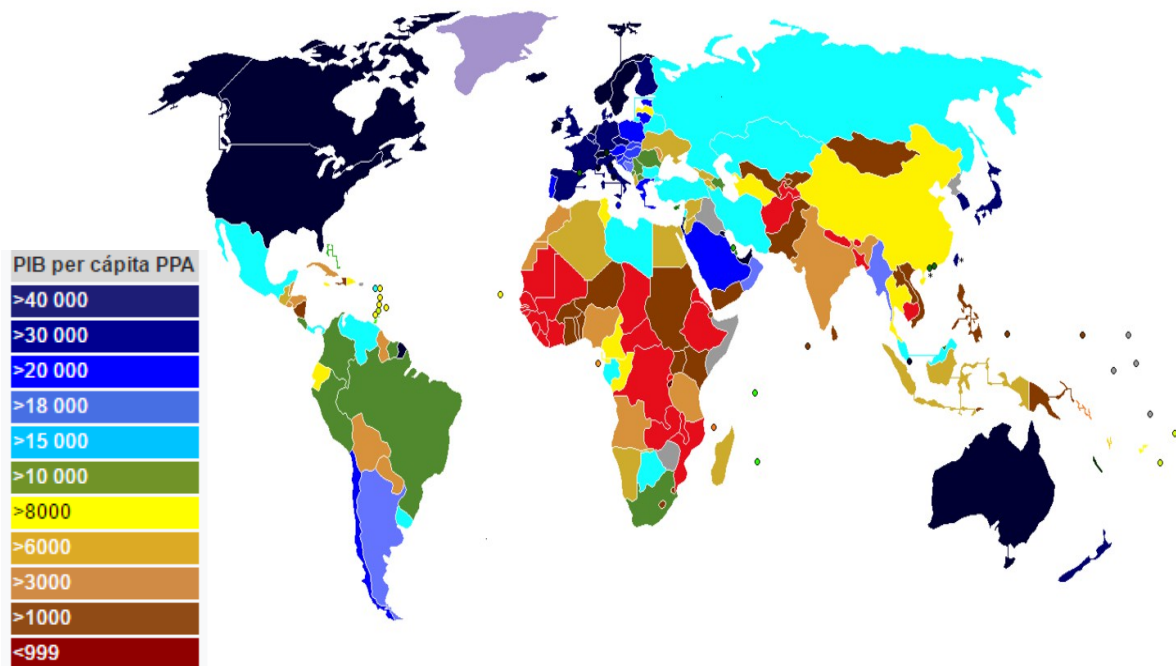


Figura 1: El PIB arreu del món segons l'FMI. Imatge extreta de la Wikipedia en castellà

1 Max Roser and Esteban Ortiz-Ospina (2017) – 'Global Extreme Poverty'. Published [online](#)

2 United Nations [website](#)

3 United Nations, *The Millenium Development Goals report*, 2015, [pdf online](#)

gran a l'Àfrica, com que Índia i Xina contenen més gent, gairebé la meitat dels pobres viuen a aquests dos països.⁴

Finalment, cal afegir que hi ha gent pobra dins de cada zona, ja que les desigualtats abunden a tot el món. Tot i això, les desigualtats són més altes als països amb menys diners, a causa de la corrupció, per exemple, de manera que el mapa és una bona representació de la situació: la pobresa absoluta és gairebé inexistent als països del primer món⁴.

III. QUÈ PODEM FER?

Com a enginyers i com a científics, el primer que cal dir és que la qualitat de vida de la gent del món ha millorat molt a través del temps gràcies a la tecnologia, i ho continua fent a dia d'avui: l'esperança de vida continua creixent, els països en desenvolupament cada cop tenen més accés a internet⁵, i la pobresa disminueix cada any. Cal recordar que això és, en gran part, gràcies a la ciència i la tecnologia. L'accés a internet avui és una eina bàsica per una societat, però internet abans no existia. És per això que, simplement creant, muntant, investigant, pensant, ... ja estem ajudant a que el món sigui un lloc millor. És evident, per exemple, que si es pogués aconseguir energia de la fusió de l'hidrogen, l'economia global seria afectada en gran mesura, incloent els països del tercer món.

En resum, la nostra feina és útil per a tothom, sempre que no estem fent quelcom expressament dolent. La ciència i l'enginyeria són bones en general, inclús quan qui les practica té motivacions ètiques qüestionables. Per exemple, és impossible qüestionar les aportacions de John von Neumann al món d'avui. Fer enginyeria ajuda indirectament a tothom. Però també es pot intentar trobar alguna manera més ràpida i eficaç d'ajudar. És el cas de les organitzacions de les que parlarem a continuació, així com dels projectes i campanyes que desenvolupen. Per a ajudar a que el món sigui un lloc millor, hi ha feines relacionades amb l'enginyeria a aquestes organitzacions, i també hi ha voluntariats.

IV. ORGANITZACIONS ACTUALS

Engineers against poverty

Es tracta d'una ONG internacional que lluita contra la desigualtat i la pobresa.⁶

Missió Millorar la política relacionada amb la infraestructura, així com la pràctica de l'enginyeria, per tal de reduir i, eventualment, eliminar, la pobresa.

Visió Un futur on la pobresa no existeix, i tothom pot beneficiar-se d'una societat desenvolupada.

⁴ [Getting to Zero: USAID Discussion Paper](#), 2013.

⁵ Jacob Poushter per [pewglobal.org](#), en concret més de la meitat de la població d'aquests països utilitza internet.

⁶ A la seva [web](#) hi ha més informació

Per a aconseguir això, treballen en diversos àmbits.

1. Canvi climàtic
2. Sostenibilitat
3. Comerç i desenvolupament
4. Transparència i lluita contra la corrupció
5. Sensitivitat envers els conflictes
6. Riscs i oportunitats socials
7. Creació de feina i condicions laborals
8. Producció local

Es poden veure les publicacions que han fet en aquest àmbit a la seva [web](#). Principalment, la seva feina es divideix en una part de recerca i en una part d'informació a la població, als governs, i a les universitats.

Enginyers sense fronteres

És una ONG catalana amb el següent ideari, que es pot consultar a la seva [web](#):

Missió Cooperar en la consecució d'una societat internacional justa que es desenvolupi sense excloure ningú, tot construint i posant en pràctica els drets humans fonamentals, econòmics, socials i culturals, individuals i col·lectius arreu del món. En concret, es centren en la provisió de serveis i la gestió de recursos i el territori, que són els àmbits en que pot ser més útil la vocació d'enginyer.

Visió Aquesta organització actua tant localment (a Catalunya) com globalment. La tecnologia ha de ser una eina democràtica, que beneficiï tothom, i no només la gent que ha tingut la sort de néixer a un país del primer món. Més profundament, l'organització vol eliminar la pobresa i la injustícia: sense drets, no hi ha desenvolupament.

Per fer realitat la seva visió, Enginyers Sense Fronteres impulsen diferents campanyes i projectes, alguns dels quals enumerem a continuació:

1. *Campanya de l'aigua*: L'aigua és un dret i no una mercaderia. Aquesta campanya lluita per establir-la com a dret humà, (aconseguit! L'any 2010⁷ es va reconèixer per les Nacions Unides) tot lluitant perquè tothom tingui accés a l'aigua, a tot el món, i denunciant la privatització del sector i proposant un nou sistema públic de gestió de l'aigua, en concret, a Catalunya i a Espanya.
2. *Campanya de l'energia*: Com deiem al principi d'aquest treball, gràcies al progrés de la tecnologia, avui l'energia està en procés de transformar-se en un dret bàsic. El model actual de consum de l'energia provoca injustícies i és insostenible. Cal un sistema

⁷ Tal com es pot llegir a la [Wikipedia en anglès](#)

públic de producció i una tendència cap a la sostenibilitat. Aquesta campanya vol ajudar la gent que pateix les conseqüències negatives del model actual de l'energia al Sud, que acaba sent la gent més pobra.

3. *Projecte Perú*: Treballen principalment a la zona de Cajamarca, des de 2004. Busquen fomentar una economia social i sostenible, així com garantir l'exercici dels drets dels pobles indígenes i comunitats camperoles.

Aquesta organització recluta voluntaris activament a través de la seva pàgina web. A més, ofereix cursos de formació gratuïts a la [web en castellà](#) de l'ONG.

V. UN EXEMPLE REAL: SUDÀFRICA ENTRE ELS ANYS 1980 I ELS 1990⁸

El govern africà post-apartheid va apostar per la infraestructura com a motor econòmic. La feina a la construcció a Sudàfrica es podia fer per persones relativament poc formades, de manera que es podia contractar la gent amb més risc d'exclusió per oferir-les oportunitats. Aquest procés va generar una economia sana i justa, i va reduir les desigualtats. Es pot aprendre molt d'aquest cas.

En particular: Cal cercar feines que requereixen poca especialització, però produeixen un benefici tangible per la societat, com ara la construcció d'infraestructures. El sector turístic seria un exemple d'un sector que requereix poca especialització, però no està clar que produeixi un benefici per la societat.

VI. REFLEXIÓ PERSONAL SOBRE LA POBRESA, L'ENGINYERIA FÍSICA, I LA NOSTRA MANERA DE VIURE

L'empatia de l'ésser humà no és, per naturalesa, gaire ampla. Per naturalesa, sentim empatia envers a la nostra família, la nostra tribu. Amb el temps, però, hem anat construint "tribus" més grans: els països, la gent de la nostra ètnia, ... i cada cop que cau una barrera, ens adonem que cal que tota la gent de la nostra "tribu" tingui els mateixos drets que nosaltres. Fa relativament poc que la societat s'ha adonat que totes les persones som suficientment similar com per considerarnos una sola tribu, una sola espècie, i hem assumit que tots tenim els mateixos drets.

Per altra banda, a la majoria de gent ens costa sentir empatia cap a una realitat que sembla llunyana. Racionalment, és fàcil entendre que la vida d'un nen d'un país del tercer món val tant com la nostra. En la pràctica, és difícil sentir empatia per la llunyania de la situació, i és igualment difícil lluitar pels seus drets sense sentir-la. En aquestes condicions, és raonable esperar que les persones del primer món no prendrem una acció que ens requereixi massa esforç.

Al final d'aquest treball, una pregunta sorgeix naturalment: *Com puc ajudar a acabar amb la pobresa?*

La resposta és que necessitem que tota la població no només tingui bones intencions, sinó que també estigui suficientment preparada com per reconèixer una font d'informació fiable, i necessitem gent intel·ligent i suficientment preparada en les diferents especialitzacions que ens informi.

Una persona amb bones intencions pot pensar que fa quelcom bo al comprar roba de Zara, degut a la donació que va fer Amancio Ortega per la lluita contra el càncer, sense adonar-se que la donació no era especialment alta, ni de les terribles pràctiques d'Inditex a alguns països en vies de desenvolupament.

Com a enginyers, serem experts en números, en la gestió de recursos, i serem capaços de llegir i de crear articles tècnics per informar els nostres amics, les institucions i altres desconeguts de les maneres més fàcils de fer quelcom realment bo pel món. I en particular, nosaltres som responsables d'aprendre aquestes maneres de fer, i posar-les en pràctica.

Potser és impossible no contribuir en absolut a l'empobriment de gent a molts kilòmetres de distància de nosaltres.

Però podem, esforçar-nos gaire, ajudar a que això deixi de ser així. Fent un voluntariat. Comprant roba de comerç just. Reutilitzant-la. Venent el cotxe. Invertint i investigant en energia renovable. Inclús fent investigació bàsica. Donant diners a les ONGs més efectives. Negant-nos a treballar per empreses privades que produeixen serveis que haurien de ser drets bàsics. Concienciant la població. Manifestant-nos.

L'any 1820 gairebé tothom era pobre. Avui, només una de cada sis persones ho és. Si ens esforcem una mica més, no passaran gaires anys abans que s'erradiqui completament la pobresa, tancarem aquest capítol negre en la història de la humanitat, i estarem un pas més a prop d'un món just. Un pas gegantí.

⁸ WATERMEYER, Ron for the *UNESCO report on engineering*, accessible on the [web](#), p. 257

Ciutats i comunitats sostenibles

Núria Gil Bofill, Enginyeria Física UPC

Resum—En el següent article comento algunes de les problemàtiques de ciutats no sostenibles. La cultura d'usar i tirar, l'economia lineal i obsolescència programada són algunes de les causes de la mala gestió dels recursos del planeta. Després proposo possibles solucions per aconseguir ciutats més ecològiques i sostenibles. Són propostes de permacultura, agricultura vertical, economia circular i altres.

Termes d'índex—Agricultura vertical, ciutats sostenibles, economia circular, economia lineal, ecoviles, obsolescència programada, permacultura, usar i tirar.

Es clar que viure en ciutats de la manera que ho fem actualment no és sostenible. Cada dia que passa, arriba més i més contaminació a l'atmosfera i la Terra va esgotant els seus recursos naturals perquè els humans som incapaços de fer-ne un bon ús. Ciutats plenes de cotxes i fum, fàbriques amb grans xemeneies negres i quantitats enormes de residus són paisatges als que ja estem acostumats. Però, i si està a les nostres mans canviar aquesta situació i viure en ciutats més sostenibles? Com a futura enginyera vull saber si puc ajudar a fer-ho possible.

Primer vull fer un anàlisi de com vivim al primer món. Com a persones que vivim en grans ciutats, estem acostumades a un seguit de comportaments que no són gens sostenibles. Per això a continuació faig un recull d'alguns problemes de sostenibilitat de la nostra societat.

El primer a comentar és el concepte d'usar i tirar. Quan jo era petita, per exemple, van aparèixer les màquines de fer fotos d'usar i tirar. Aquest producte va suposar una gran revolució infantil ja que a partir d'aquell moment podíem anar de colònies amb l'escola i fer fotografies sense patir per les delicades

màquines dels pares. Aquest nou producte, però, ens va afectar molt més enllà que no pas ser petits fotògrafs, va suposar un canvi de valor als objectes: en lloc de tenir una màquina que calia cuidar, preservar i reparar si cal, ara teníem una màquina que podia ser perduda o trencada.

Però es veu que de fet, aquest canvi de valors ja s'havia produït molt abans de que jo tingués la meva primera màquina d'usar i tirar. Durant els anys cinquanta van aparèixer els primers productes revolucionaris d'un sol ús, per exemple els bolquers de bebè. Anteriorment aquests estaven fets de tela i es rentaven i reutilitzaven moltíssimes vegades, amb l'aparició dels bolquers d'un sol ús, aconseguíem bebès més higiènics però també muntanyes de bolquers usats que triguen entre 100 i 300 anys en descompondre's. Aquest és el cost de la cultura d'usar i tirar. Altres productes com les bosses de plàstic que donen als supermercats triguen 150 anys en descompondre's, el niló i els taps d'ampolla triguen entre 50 i 100 anys i els plats i gots de plàstic tan útils en les festes infantils triguen més de 1000 anys.

Una segona problemàtica és l'obsolescència programada que consisteix en crear i vendre productes que tenen un temps de vida útil limitat expressament. Aquesta és una molt bona estratègia de mercat: en lloc de vendre un producte lènguid i de bona qualitat, es venen productes que s'espatllen al cap d'un temps per a que els consumidors n'hagin de comprar de nou.

Malgrat que l'obsolescència programada pot semblar una idea moderna nascuda en els últims anys, té origen ara fa més de 100 anys. Al 1901 es va encendre una bombeta a Livermore, Califòrnia i avui mateix, després de 116 anys, existeix una web

que retransmet en directe com la bombeta continua encesa.



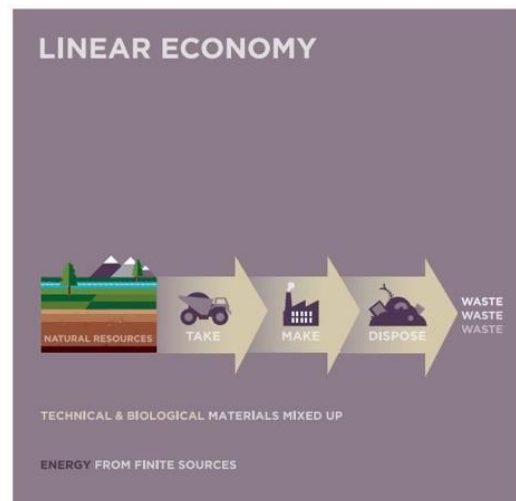
Il·lustració 1: Bombeta centenària de Livermore, Califòrnia. [5]

Una bombeta així no és gens interessant de cara a vendre-la al mercat. Si fos propietària d'una empresa fabricant de bombetes i vengués bombetes que duren 100 anys, se m'acabaria el negoci quan tothom hagués comprat les meves bombetes. És per això que ja al 1925 es va crear el "Comitè de les 1000 hores de vida" tractava de reduir tècnicament la vida útil de les bombetes. El comitè va ser creat per un càrter mundial que reunia tots els fabricants de bombetes d'Europa i els Estats Units.

I aquesta idea ha arribat fins a dia d'avui, quan gairebé tot el que comprem té vida útil limitada. Roba, electrodomèstics, mòbils i ordinadors, ... Tot fabricat amb la intenció de que s'espalli passat un temps. Fa només cinc anys vam renovar la nevera de casa i just la setmana passada va començar a donar problemes. Quan vam avisar els de l'empresa, van enviar un tècnic per a examinar-la i trobar possibles solucions. A part de que la visita del tècnic ja va costar uns diners d'entrada, ens va comentar que la reparació costaria més cara que no pas comprar una nevera nova, seguidament va treure un catàleg de neveres i ens va recomanar els millors models. L'obsolescència programada genera molts més productes dels que són necessaris i per tant, genera molt més rebuig.

En tercer lloc tenim l'economia lineal. Alguna vegada us heu preguntat on van a parar totes les neveres mai reparades? El sistema de producció

actual és lineal de la manera que exposo a continuació. Primer s'extreuen matèries primeres de la Terra, es modifiquen i modelen per a generar un producte útil i vendre'l. Després de que el producte sigui comprat i usat, el producte es rebutja i s'afegeix a la pila de residus que generen les ciutats. Aquest sistema no és gens ecològic ni sostenible ja que si seguim extraient matèries primeres i generant residus al ritme que ho estem fent serà impossible viure a la Terra en uns anys.



Il·lustració 2: Economia lineal. [3]

En els següents llocs podria parlar del malbaratament de l'aigua a les ciutats, del fet que tothom tingui el seu cotxe particular per anar a treballar cada dia o del cost energètic d'importar menjar d'una punta a l'altra del planeta. Però de moment ja en tenim prou per construir una ciutat i una societat una mica més eco.

En resposta al panorama que he exposat fins ara, hi ha força gent que reflexiona sobre el problema i busca solucions. Com que ser ecologista en una ciutat no sostenible és molt difícil, cada vegada hi ha més gent que es cansa del ritme de vida metropolitana i marxa a viure als pobles o incús a les ecoviles. Les ecoviles són petites comunitats humanes que opten per viure en comunitat segons uns principis d'ecologia, sostenibilitat i respecte pel medi



Il·lustració 3: RIE. [7]

ambient. A Espanya existeix la xarxa RIE (Red Ibérica de de Ecoaldeas) que relaciona la majoria d'ecoviles d'Espanya. Fan activitats de conscienciació, xerrades, intercanvis i tallers per aprendre coses sobre aquest nou estil de vida.

Aquestes ecoviles són sostenibles amb tots els sentits de la paraula: cultiven els seus propis aliments, reutilitzen gairebé tot allò que fan servir, no compren productes nous, ... Però, si totes les persones visquéssim en ecoviles, continuaria sent un sistema sostenible? La veritat és que pels que estudiem o treballem a la gran ciutat seria molt difícil viure en una ecovila. El que potser té més sentit és utilitzar la tecnologia i la enginyeria de manera positiva per a fer les ciutats ja existents més sostenibles i ecològiques.

Moltes persones abans que jo han pensat en possibles alternatives per aconseguir ciutats més verdes. A continuació exposo les propostes que em semblen més factibles i que penso que quan sigui gran podré ajudar a implementar i a fer realitat.

Primer de tot cal destruir la cultura d'usar i tirar i l'obsolescència programada que he comentat abans. I que no se'm mal interpreti: no és negatiu tenir uns bolquers d'un sol ús per a garantir la higiene del nadó o renovar el nostre mòbil periòdicament per a obtenir un model millor. El problema és que els bolquers o els mòbils acabin apilats en algun lloc del planeta esperant anys a la seva biodegradació. La solució seria aconseguir produir i vendre uns bolquers biodegradables que en lloc de trigar 200 anys en descompondre's triguessin el mínim possible. I en el cas dels mòbils, potser fer-los desmuntables per a que es poguessin reutilitzar per parts en altres aparells electrònics.

Relacionat amb això últim, porto la primera proposta: l'economia circular. L'economia circular consisteix en generar productes que puguin ser útils el major temps possible i reduir al mínim els residus produïts. Això s'aconsegueix agafant els residus generats al final de la cadena i retornant-los en algun punt del principi o el mig de la cadena. En el cas dels mòbils per exemple, reutilitzar les peces del

mòbil per separat permetria tornar a muntar mòbils de zero, potser més moderns i potser més actuals, reduint així la necessitat d'extreure matèries primeres. D'aquesta manera, el final de la cadena es converteix en la font generadora de la mateixa cadena.



Il·lustració 4: Economia circular. [3]

La segona proposta que vull comentar és realment innovadora i es diu agricultura vertical. Imaginem un hort urbà d'uns 100m² al mig d'una ecociutat. Si aquest hort urbà el fem de dues plantes, aconseguim el doble de superfície cultivable. Si el fem de quatre o cinc plantes, com un bloc de pisos normal, aconseguim multiplicar la quantitat de superfície de l'hort i obtenim una granja vertical. Aquesta proposta, a més de garantir que els aliments que mengen els habitants són de quilòmetre 0, fa de pulmó de la ciutat contribuint a fer l'aire més pur.

En realitat, la construcció d'una granja vertical no és tan innovadora com el seu ús. Si ens fixem en la història, les granges verticals imiten els jardins penjants de Babilònia datats al segle VI a.C.. Aquests jardins van ser considerats una de les set meravelles del món antic i el sistema de regadiu gota a gota que utilitzaven s'assembla molt al de les granges verticals.

Malgrat que l'agricultura vertical pot semblar una idea futurista, ja ara hi ha molts projectes arreu del món en construcció o en execució. Un exemple és la *Brandon Martella Tower* situada a Londres,

Anglaterra. Aquesta torre produeix l'equivalent a mil kilograms d'aliments a l'any. Un altre exemple és el Zoològic de Paignton que té una granja vertical que produeix el suficient per alimentar els animals del zoo.



Il·lustració 5: Brandon Martella Tower. [10]

De fet, aquesta proposta que acabo de comentar forma part d'un concepte encara més gran que és la permacultura. La permacultura és un conjunt de pràctiques i de formes de pensar que té com a objectiu aconseguir una producció agrícola sostenible, molt eficient en energia i respectuosa amb els éssers vius.

La següent proposta requereix un canvi més radical de planificació urbana i barris. És una alternativa als cotxes particulars i individuals que actualment circulen les ciutats. Si s'implementés una xarxa de transport públic híbrida o elèctrica que recorregués la ciutat amb la freqüència necessària i que cobrís tots els racons d'una ciutat, seria molt més ràpid i ecològic deixar els cotxes particulars. Això se li podria sumar aconseguir que la gent anés més en bicicleta.

A més totes aquestes propostes, n'hi ha moltíssimes més referents a la potabilització de l'aigua, la permacultura i inclús d'educació i la sanitat. Només fan falta les ganes de canviar les coses i els recursos i junts ho podem aconseguir.

REFERÈNCIES

- [1] Bebés y Más. Data consulta: (2017, abril). La historia del pañal. Link web: <https://www.bebesymas.com/otros/la-historia-del-panal>
- [2] COTEC. (2017, març). Economía Circular: descubre lo que es antes de que reviente el Planeta. #EconomíaCircular. Link vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=Lc4-2cVKxp0>
- [3] Ellen McArthur Foundation. (2014, març). Foundation shares examples of circular economy best practice. Link web: <http://wastemanagementreview.com.au/foundation-shares-examples-of-circular-economy-best-practice/>
- [4] Grupo Xaxeni, Cosechando Natural. Data consulta: (2017, abril). Introducción a las granjas verticales. Link web: <https://www.cosechandonatural.com.mx/introduccion-granjas-verticales-articulo51.html>
- [5] Livermore California's Centennial Light. Data consulta: (2017, abril). Home of the world's longest burning light bulb. Link web: <http://www.centennialbulb.org/>
- [6] PermaCultura-es. Data consulta: (2017, abril). El Portal de la Permacultura en Español. Link web: <http://www.permacultura-es.org/index.php>
- [7] Red Ibérica de Ecoaldeas. Data consulta: (2017, abril). RIE Red Ibérica de Ecoaldeas. Link web: <http://rie.ecovillage.org/>
- [8] TEDx Talks. (2012, gener). TEDxLoodusele - Ken Webster - Circular economy. Link video: <https://www.youtube.com/watch?v=mvQEBB3IdZM>
- [9] Televisión Española, Cosima Dannoritzer. (2012, abril). Comprar, tirar, comprar. La historia secreta de la obsolescencia programada. Disponible: <http://www.rtve.es/alacarta/videos/el-documental/documental-comprar-tirar-comprar/1382261/>
- [10] Vong, Catherine. (2011, agost). London Farm Tower: Sustainable Skyscraper Could Meet 20 Percent of City's Food Demand. Link web: <http://inhabitat.com/london-farm-tower-sustainable-skyscraper-could-meet-20-percent-of-city-food-demands/>
- [11] Wong, Clement. (2012, setembre). Planned Obsolescence: the light bulb conspiracy. Link web: <http://economicstudents.com/2012/09/planned-obsolescence-the-light-bulb-conspiracy/>

Treball decent i creixement econòmic

Eric Guisado Bandrés

Introducció

Malgrat la millora general dels nivells de pobresa i els avenços tecnològics dels darrers anys, des de la crisi econòmica de l'any 2008 i recessió global el creixement econòmic ha disminuït en la majoria de països. Un dels motius d'això ha estat l'encariment de les energies provinents de derivats del petroli (i, en general, els combustibles fòssils) després de què en 2006¹ s'assolís el *peak oil* (taxa màxima d'extracció de petroli). Cal tenir en compte que aproximadament el 80% de l'energia consumida globalment en l'actualitat té origen fòssil². Les conseqüències d'aquesta crisi encara perduren en el món actual. Més de 204 milions de persones (segons la International Labour Organization) estaven desocupades l'any 2015. Això ha provocat un augment de les desigualtats en tot el món.

Des de l'Agenda pel Desenvolupament Sostenible es vol promoure el creixement econòmic sostenible, acompanyat de millores en la productivitat i la innovació tecnològica. Amb aquesta finalitat, és necessari promoure la creació de llocs de treball decent i l'emprenedoria per, alhora, acabar amb les noves formes d'esclavitud i arribar a l'atur zero a tot el món l'any 2030.

L'objectiu

L'objectiu s'emmarca en el context de l'Agenda pel Desenvolupament Sostenible del 2030, proposada en la resolució adoptada per l'Assemblea General de les Nacions Unides el 25 de Setembre de 2015, en el document *Transforming our*

world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. En aquest document s'exposa en què consisteix el 8è objectiu de l'Agenda, *Treball decent i creixement econòmic*.

Goal 8. Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all

El vuitè objectiu té, per tant, com a finalitat, a grans trets, promoure el creixement econòmic i la creació d'ocupació, però no de qualsevol manera, sinó que, d'una banda, aquest creixement ha de ser *continu, inclusiu i sostenible*, i de l'altra, l'ocupació ha d'arribar a tots (ha de ser *universal*) i ha de consistir en treball *digne i productiu*. L'enunciat del 8è objectiu va acompanyat de dotze punts on s'especifiquen els mitjans i objectius intermedis a fi d'assolir l'últim.

Aquests deu punts, juntament amb els punts 8.a i 8.b, fan referència tant a aspectes relacionats amb la potenciació del creixement econòmic i la sostenibilitat com a la millora de l'abast del mercat laboral i les condicions del mateix. Podem separar aquests punts en dos blocs: *creixement i sostenibilitat* i *treball decent*, que alhora estan lligats l'un amb l'altre.

Creixement i sostenibilitat

Els punts (8.1, 8.2, 8.4) es troben clarament en el context de l'objectiu de *creixement i sostenibilitat*. En aquests es plantegen una sèrie d'objectius intermedis per aconseguir el creixement econòmic plantejat, és a dir, un creixement econòmic *continu, inclusiu i sostenible*.

8.1 Sustain per capita economic growth in accordance with national circumstances and, in particular, at least 7 per cent gross

¹International Energy Agency. *World Energy Outlook 2016*.

²International Energy Agency. *IEA Statistics*. iea.org/stats/index.asp

domestic product growth per annum in the least developed countries

8.a Increase Aid for Trade support for developing countries, in particular least developed countries, including through the Enhanced Integrated Framework for Trade-related Technical Assistance to Least Developed Countries

Així doncs, es fixa que és necessari que hi hagi creixement econòmic però, a més, aquest ha d'estar ajustat a les condicions nacionals i, en particular, a la desenvolupament relatiu dels països respecte els més desenvolupats. Específicament, un mínim de 7 per cent anual de creixement del producte interior brut (*gross domestic product, GDP*) en els països menys desenvolupats. La llista de països menys desenvolupats (en data de 16 de maig de 2016), d'acord amb la Comissió per les Polítiques de Desenvolupament de les Nacions Unides³, inclou 48 països (dels 194 països reconeguts per l'ONU). Es pot consultar el GDP anual de la majoria de països del món a la web de *The World Bank* (<http://data.worldbank.org>). Concretament, podem trobar els de l'any 2015 (els més recents disponibles) a *World Development Indicators: Size of the economy*⁴.

De tots els països de la llista de menys desenvolupats no es disposa de dades sobre el GDP de Eritrea i Somàlia. Ignorant aquests dos països, hem fet un còmput de la mitjana i desviació estàndard del creixement anual del GDP de tots els països de la llista. Hem obtingut que el creixement mitjà en els països menys desenvolupats és de 2.7%, amb desviació de 4.7%. L'objectiu és que aquesta mitjana ascendeixi fins a més de un 7%. De fet, actualment només hi ha cinc països de la llista que assoleixin, com a mínim, un 7% de creixement anual del GDP, que són Cambodja (7.0%), Etiòpia (9.6%), la República Popular Democràtica de Laos (7.4%), Myanmar (7.3%) i Tanzània (7.0%). La resta tots estan per sota del 7%, tot i que hi

ha alguns països amb un creixement proper a 7%, com la República Democràtica del Congo, Djibouti, Moçambic, el Níger i el Senegal, tots cinc amb creixements del GDP majors que 6%.

Cal destacar, també, que hi ha països dins d'aquesta llista el GDP dels quals decreix, és a dir, que tenen un creixement negatiu. És el cas de Burundi (-3.9%), Guinea Equatorial (-8.3%), Sierra Leone (-20.6%), Sudan del Sud (-6.3%), Vanuatu (-0.8%) i la República de Yemen (-28.1%). Els casos més dramàtics són, doncs, els de Sierra Leone i Yemen, el producte interior brut dels quals decreix, aproximadament, un vint per cent i un trenta per cent cada any, respectivament.

8.2 Achieve higher levels of economic productivity through diversification, technological upgrading and innovation, including through a focus on high-value added and labour-intensive sectors

Com a mitjà per augmentar el creixement de l'economia (especialment la dels països menys desenvolupats) i, doncs, augmentar el seu producte interior brut (GDP), es proposa augmentar la productivitat. La majoria de països menys desenvolupats augmentarien la seva productivitat si disposessin de mitjans de producció més avançats tecnològicament.

8.4 Improve progressively, through 2030, global resource efficiency in consumption and production and endeavour to decouple economic growth from environmental degradation, in accordance with the 10-Year Framework of Programmes on Sustainable Consumption and Production, with developed countries taking the lead

L'objecte d'aquest punt és especificar que cal produir més (augmentar la producció) però alhora fer-ho reduint la despesa de recursos, és a dir, cal augmentar l'eficiència en la producció. Això inclou un augment de l'eficiència energètica, i l'eficiència dels processos industrials en general. A més a més, cal deslligar progressivament aquest desenvolupament econòmic de la degradació mediambiental actual, que ha assolit límits crítics

³United Nations Committee for Development Policy. *List of Least Developed Countries (as of May 2016)*. http://www.un.org/en/development/desa/policy/cdp/ldc/ldc_list.pdf

⁴The World Bank. *World Development Indicators: Size of the economy*. <http://wdi.worldbank.org/table/WV.1#>

per al planeta. En particular, cal desvincular-se gradualment del consum de combustibles fòssils (carbó, gas natural, etc), i traslladar la producció energètica a fonts d'energia renovable, la degradació mediambiental de les quals sigui molt menor.

No obstant, paral·lelament a aquesta desvinculació, ha d'haver una millora molt important en l'eficiència en molts processos industrials. En molts casos, s'efectuen transformacions de l'energia redundants (en les quals es perd una part de l'energia, d'acord amb la termodinàmica) que es veuen compensades pels enormes marges econòmics que ofereixen les energies amb una taxa de retorn energètic molt alta (com són els combustibles fòssils). Concretament, hi ha molts processos en els quals es transforma l'energia de la font a energia elèctrica com a pas intermig (per exemple, a partir d'energia tèrmica obtenir energia elèctrica i després tornar a transformar-la en energia tèrmica) i que caldrà replantejar en el futur, per tal d'augmentar l'eficiència dels processos, quan ja no es disposi dels marges de benefici econòmics (i energètics) que ofereixen les energies fòssils.

Treball decent

8.3 Promote development-oriented policies that support productive activities, decent job creation, entrepreneurship, creativity and innovation, and encourage the formalization and growth of micro-, small- and medium-sized enterprises, including through access to financial services

Per a assolir el creixement econòmic plantejat en la secció anterior són imprescindibles les activitats productives que involucrin la creativitat i la innovació necessària, que són el motor de l'emprenedoria. Alhora la innovació és necessària per fer arribar a molts països (especialment aquells que es troben ara mateix en la llista de menys desenvolupats) les tecnologies necessàries per donar una empenta a la seva economia. Finalment, és important potenciar l'accés al crèdit de les petites i mitjanes empreses, i als serveis financers que els puguin ser útils. Això s'emfatitza al punt

8.10:

8.10 Strengthen the capacity of domestic financial institutions to encourage and expand access to banking, insurance and financial services for all

8.5 By 2030, achieve full and productive employment and decent work for all women and men, including for young people and persons with disabilities, and equal pay for work of equal value

Actualment l'atur mundial se situa al 5.7% el novembre de l'any 2016, segons estima la *International Labour Organization*⁵. S'estima que més 197 milions de persones es troben a l'atur l'any 2016, segons aquesta mateixa font. No obstant, aquest atur no es distribueix per igual entre homes i dones. Hi ha un 5.5% d'homes desocupats al món mentre que el percentatge en les dones s'eleva fins al 6.2%, tot i que en nombre de persones hi ha més homes a l'atur. El motiu és que hi ha més homes a la població activa, gairebé 75 milions més que dones. Concretament, un 76.1% dels homes formava part de la població activa l'any 2016, mentre que només un 49.4% de les dones ho feia.

No només l'atur afecta en més proporció a les dones sinó que, a més, el seu treball es paga amb sal·laris més baixos. Això és confirmat amb les dades oferides per la ILO⁶ en les quals s'estima que les dones encara guanyen en mitjana, globalment, el 77% del que ho fan els homes, sense que això es pugui explicar a partir de diferències en l'educació o d'edat. Finalment, les persones amb discapacitats pateixen un atur més gran en comparació a les persones sense discapacitat i es troben en més risc d'exclusió social i pobresa extrema, segons la ILO a <http://www.ilo.org/global/topics/disability-and-work/>.

⁵International Labour Organization. *Unemployment rate – ILO modeled estimates, Nov. 2016*. ILO Statistical Database (ILOSTAT). <http://www.ilo.org/ilostat/>

⁶International Labour Organization. *Women at Work: Trends 2016*.

8.6 By 2020, substantially reduce the proportion of youth not in employment, education or training

8.b By 2020, develop and operationalize a global strategy for youth employment and implement the Global Jobs Pact of the International Labour Organization

La diferència entre el percentatge d'homes i dones a la població activa s'accentua en els més joves. Si bé un 53.9% dels homes joves (15-29 anys) formen part de la població activa, només un 37.3%⁷ de les dones joves ho fa (el que suposa una diferència de més de 16 punts). El percentatge d'atur mundial entre els joves l'any 2015 va ser del 12.9%, un percentatge que duplica el de l'atur per a totes les edats. Simultàniament, molts joves, malgrat disposar d'una feina, es troben en situacions de pobresa moderada o pobresa extrema (un 37.7%).

8.7 Take immediate and effective measures to eradicate forced labour, end modern slavery and human trafficking and secure the prohibition and elimination of the worst forms of child labour, including recruitment and use of child soldiers, and by 2025 end child labour in all its forms

A la web de la International Labour Organization⁸ podem trobar un recull de dades que mostren la gravetat de la situació actual pel que fa a les noves formes d'esclavitud moderna, treball forçat i tràfic amb persones. Aquesta organització estima que 11.4 milions de dones i nenes, i 9.5 milions d'homes i nens són víctimes del treball forçat a tot el món. Això correspon a gairebé 21 milions de persones, dels quals 19 són explotats per empreses i particulars, mentre que 2 ho són per estats o grups rebels. Dels primers 19, 4.9 ho són per explotació sexual forçada. Aquest treball forçat (en el mercat privat) genera cada any 150 bilions (americans) de dòlars americans en beneficis

il·legals.

Pel que fa a l'explotació infantil, podem trobar, novament, informació a la web de la ILO⁹. Malgrat que des de l'any 2000 s'ha reduït en un terç el nombre de nens explotats, la quantitat actual és de 168 milions de nens, que és aproximadament un 10% del total d'infants al món. És a dir, un de cada deu nens al món són víctimes d'explotació laboral. La major part de nens explotats es concentren a l'Àsia i el Pacífic (gairebé 78 milions) però, en proporció, l'Àfrica subsahariana és la que més en té (un 21%). Aquesta explotació es concentra, majoritàriament, en l'agricultura (aproximadament el 59%), en el sector dels serveis (el 32%) i la indústria (el 7%).

8.8 Protect labour rights and promote safe and secure working environments for all workers, including migrant workers, in particular women migrants, and those in precarious employment

A la plataforma d'estadístiques de la ILO (ILOSTAT) podem consultar diverses estadístiques, com el nombre de d'accidents laborals fatals¹⁰, o el nombre d'accidents d'accidents laborals no fatals¹¹. Les darreres dades disponibles són de l'any 2015. Els cinc països amb més morts per accidents laborals (l'any 2015) són, en aquest ordre, Colòmbia (1742), Mèxic (1444), Rússia (1288), Japó (972) i Itàlia (517). En el cas d'accidents laborals no-fatals, els cinc països que encapçalen aquesta llista són Colòmbia (723836), Mèxic (549542), Espanya (456496), Argentina (422373) i els Països Baixos (347600).

8.9 By 2030, devise and implement policies to promote sustainable tourism that creates jobs and promotes local culture and products

⁷International Labour Organization. *World Employment and Social Outlook 2016: Trends for Youth*

⁸International Labour Organization. *Forced labour, modern slavery and human trafficking*. <http://www.ilo.org/global/topics/forced-labour/lang--en/index.htm>

⁹International Labour Organization. *Child Labour*. <http://www.ilo.org/global/topics/child-labour/lang--en/index.htm>

¹⁰International Labour Organization. *Cases of fatal occupational injury by sex and economic activity*. <http://www.ilo.org/ilostat/>

¹¹International Labour Organization. *Cases of non-fatal occupational injury by sex and economic activity*. <http://www.ilo.org/ilostat/>

El turisme és un element molt important del sector dels serveis i, alhora, un promotor de la cultura i productes propis d'una regió o d'un país. No obstant, moltes vegades està lligat a models insostenibles de consum energètic que l'allunyen dels seus beneficis a llarg termini, i el converteixen en una bombolla. L'objectiu és dissenyar polítiques que promoguin un turisme sostenible des del punt de vista de consum de recursos, que alhora no degradi el medi ambient i, finalment, que preservi la cultura pròpia de les regions.

El paper de l'Enginyeria Física

Sense dubte, el paper de l'enginyeria i, en particular, l'enginyeria física en aquest objectiu és el donar mitjans perquè el creixement econòmic plantejat sigui possible. De fet, cal proporcionar mitjans perquè no només es donin les condicions factibles per aquest creixement (especialment en les regions menys desenvolupades del planeta) sinó que aquest sigui sostenible des del punt de vista de recursos i, a més, respectuós amb el medi ambient. Això especifica, doncs, tres punts essencials amb els quals l'enginyeria pot respondre: la *innovació*, la *sostenibilitat* i la *ecologia*.

Innovació

La recerca actual en la major part d'empreses del sector tecnològic i centres d'investigació proporcionarà productes molt innovadors que revolucionaran el mercat, d'entre els quals es pot destacar un dels avenços que seria més important en la computació: els computadors quàntics. En l'actualitat Google és propietari de l'ordinador quàntic D-Wave¹², i IBM del processador quàntic¹³ (de 5 qubits) que ells mateixos han desenvolupat. En un futur proper podrien revolucionar el mercat ja que oferirien molta més velocitat i això faria que molts processos, ara inviàbles, fossin viàbles.

¹²Més informació: <https://www.dwavesys.com>

¹³Més informació: <http://research.ibm.com/ibm-q/>

Sostenibilitat

Després de què s'assolís el pic de màxima extracció de petroli (*peak oil*) i, un cop ho hagin fet els altres combustibles fòssils, l'energia provinent d'aquestes fonts (que ara conforma el 80% de l'energia consumida a tot el planeta¹⁴) s'anirà encarint i, doncs, deixarà de ser "energia barata". En altres paraules, la seva Taxa de Retorn Energètic disminuirà, de forma que caldrà invertir més energia (i, per tant, diners) a un pou de petroli, per exemple, per a una explotació equivalent a l'actual. Això faria insostenible un creixement econòmic prolongat. Per tant, per poder sostenir-lo cal deixar de banda aquest tipus d'energies i posar sobre el paper fonts d'energia que puguin substituir-les progressivament, les *fonts d'energia alternatives*. D'una banda, caldrà millorar l'eficiència de les energies renovables, ja que actualment la seva taxa de retorn energètic no és prou alta com per suplir les energies fòssils. De l'altra, cal investigar sobre fonts d'energia alternatives, com la *fusió nuclear*.

Ecologia

Per raons físiques, el consum de combustibles fòssils decaurà progressivament fins eliminar-se totalment. Però és possible que no ho fagi prou ràpid com perquè les seves conseqüències sobre el medi ambient siguin irreversibles. Per això cal incentivar des de les institucions un model energètic renovable i respectuós amb el medi ambient.

¹⁴International Energy Agency. *IEA Statistics*. iea.org/stats/index.asp

Les TIC: una eina per aconseguir un consum i una producció més responsable

Carme Homs Pons

Les TIC són una eina que podem usar per tal d'aconseguir assolir els Objectius de Desenvolupament Sostenible. Com que ens donen accés a una gran quantitat de informació, poden ajudar-nos aconseguir un consum i una producció més sostenible. A través d'aplicacions per smartphones i telèfons mòbils, podem procurar informació a les empreses i als consumidors perquè actuïn de forma responsable i conscient.

I. INTRODUCCIÓ

ELS objectius del desenvolupament del mil·lenni van ser revisats i ampliat el passat 2015. Després de llargs debats, finalment s'han aprovat els 17 Objectius del Desenvolupament Sostenible [1], que marquen el calendari a seguir des d'ara fins el 2030. Els Objectius del Desenvolupament Sostenible volen aconseguir que totes les persones gaudeixin d'una bona qualitat de vida sense que això limiti a les generacions futures.

Els 17 objectius tracten aspectes molt diversos com el sanejament universal de l'aigua i l'adopció de mesures urgents per combatre el canvi climàtic. En aquest treball parlarem sobre el 12è objectiu: Producció i consum sostenibles.

Pensem que les Tecnologies de la Informació i la Comunicació són una eina clau per tal d'assolir els Objectius del Desenvolupament Sostenible. Volem mostrar com les TIC, i en particular, els smartphones, ens poden ajudar a aconseguir una producció i un consum sostenible.

II. QUÈ VOL DIR SOSTENIBLE?

Per començar, cal entendre a què ens referim quan diem que la producció i el consum ha de ser sostenible. Quan el creixement econòmic és compatible amb la preservació del medi ambient i el benestar de les persones implicades, aleshores podem dir que les nostres actuacions són sostenibles. Així doncs, podem dir que un producte serà sostenible si satisfà tots aquests punts :

- a) fa un ús eficient dels recursos naturals
- b) és respectuós amb el medi ambient
- c) no atempta contra els drets de les persones
- d) és viable econòmicament

No cal reflexionar gaire per adonar-nos-en que estem molt lluny d'aconseguir un consum i una producció sostenibles.

Considerem el cas de la indústria tèxtil. Tots hem sentit notícies de multinacionals que exploten als seus treballadors, molts dels quals són nens. A la Xina i a altres països asiàtics, els observadors internacionals tenen prohibida l'entrada a les fàbriques que proveeixen cadenes de roba de renom. Sovint no tenim cap garantia de que els treballadors tinguin accés a les proteccions necessàries que necessiten per poder fer la seva feina. De fet, fins i tot sabem que la taxa de suïcidi d'aquests treballadors és molt elevada.

Pel que fa al medi ambient, els productes químics sovint són advocats directament als rius provocant la contaminació de les aigües i la reducció de la pesca. Però les fàbriques tèxtils no són responsables de tots els danys que provoca aquesta indústria a l'entorn. Cal tenir en compte les emissions de CO₂ degut al transport i l'impacte de l'obtenció de les matèries primeres.

De fet, un dels desastres ecològics més grans de la humanitat es deu precisament al cultiu de cotó per a satisfer la demanda de la indústria tèxtil. Uzbekistan va talar molt boscos verges per convertir-se en el principal exportador de cotó. L'aigua que necessitaven els conreus s'obtenia a través de canals, que provenien del Mar d'Aral, llavors el quart llac més gran del món. Al cap de dues dècades, el volum d'aigua del llac havia disminuït dràsticament i la indústria pesquera havia desaparegut. L'aigua del llac està altament contaminada per l'ús de pesticides i la salinitat de l'aigua ha augmentat tant que l'aigua ja no és bona per conrear [3].



Fig. 1 Fotografia aèria del Mar d'Aral l'any 1989 (imatge de la esquerra) i l'any 2014 (imatge de la dreta). Font: NASA.

El panorama al que ens enfrontem és devastador. Ja fa dècades des del naixement de les primeres ONG que lluiten per què els governs emprenguin mesures per ser més sostenibles. Lluiten per evitar el malbaratament dels recursos i l'emissió de productes contaminants a la biosfera però també contra el treball infantil i les jornades laborals massa llargues. Gràcies a la feina dels activistes, part de la població està conscienciada de la gravetat de problemes com el canvi climàtic i s'ha de reconèixer que en els darrers anys s'ha avançat en alguns aspectes. Molts països han emprés mesures per controlar les emissions de CO₂ a l'atmosfera i any rere any es presenten nous models de cotxes elèctrics. Les empreses se n'han adonat que poden guanyar molts clients si certifiquen que els seus proveïdors garanteixen els drets dels seus treballadors o si la matèria prima que utilitzen prové de zones lliures de conflictes.

Ara bé, la realitat és que la nostra societat produeix i consumeix de forma desorbitada. El model de producció actual, fomenta les desigualtats enlloc de reduir-les. Mentre llencem tones de menjar a Europa, hi ha gent que passa gana a altres països i últimament també en els mateixos països europeus. En comptes d'allargar la vida dels productes que fabriquen, moltes empreses opten per la obsolescència programada dels seus productes. Aquest és el cas de la majoria dels aparells electrònics, però també de les bombetes i fins i tot el de les soles de les botes de muntanya.

En definitiva, no som sostenibles. I per si algú encara no n'està prou convençut, vegeu les dades de la següent taula, on es mostra el número de planetes dels que caldria disposar per poder suportar la petjada ecològica humana causada per el ritme de vida actual [3].

TABLE I

País	Número de planetes
Espanya	2,3
Estats Units	3,9
Bèlgica	4,3
Qatar	4,8

III. PODEM SER SOSTENIBLES?

Però que podem fer-hi nosaltres? No és cap secret que el model actual no és sostenible i malgrat la feina de les ONG i les Nacions Unides no s'ha aconseguit canviar-lo. És evidentment que a força gent surt beneficiada amb aquest model. Bona part de la gent amb més poder, s'ha enriquit gràcies aquest sistema injust i això fa que sovint se'ns amagui informació. Les empreses fan tot el possible per ser competitives i ampliar beneficis:

ofereixen productes més barats però aquests tenen un cost ecològic i humà molt elevat. El consumidor sovint no té la oportunitat d'escollir un producte sostenible i quan la té, el producte acostuma a superar el seu pressupost.

És obvi que no ho podem arreglar tot d'un dia per l'altre, però no podem caure en la temptació de pensar que no podem fer res. De fet, podem fer moltes coses. Com a estudiants d'Enginyeria Física, d'aquí a pocs anys serem nosaltres els qui treballarem en empreses. Nosaltres haurem de dissenyar els projectes que volem desenvolupar i això vol dir que tindrem el poder de decidir què fem i com ho fem.

Al cap i a la fi, intentar que un projecte sigui el més sostenible possible és allò que tot enginyer hauria de fer. De fet, no sembla tan difícil. Primer de tot, abans de llençar un producte o servei al mercat, cal fer un bon estudi de les tendències de consum i de la demanda que pugui tenir aquell producte. És primordial veure si el producte és viable econòmicament i així evitar situacions familiars com la construcció d'una línia d'alta velocitat que no té passatgers. Cal fixar-se en la procedència de les matèries primeres i l'energia usades en el procés de fabricació. Això ja no és tan fàcil, ja que el proveïdor sempre ens pot estafar, però sí que podem informar-nos sobre l'existència d'antecedents sobre l'empresa en qüestió, les condicions reals en les que es troben els treballadors, el tipus de font de l'energia que subministra corrent a les fàbriques... Si fem una recerca adequada, podrem escollir quin és el proveïdor que més s'adequa al que necessitem. També és important assegurar-nos que el producte que fabriquem es pot reparar. Actualment ens trobem que molts productes estan dissenyats de manera que és impossible separar-ne les parts i quan s'espatlla una peça ens hem de comprar l'aparell sencer enlloc de canviar la peça i ja està. A més, si dissenyem els productes de manera que es puguin desmuntar facilitarem molt el procés de reciclatge de manera que podrem construir nous productes amb materials reutilitzats.



Fig. 2 Diagrama que compara l'economia lineal amb l'economia lineal. [5]

Aquesta manera de treballar, és el que es coneix com el model d'economia circular. L'economia circular es basa en el reciclatge i la reutilització dels productes. És tracta doncs d'un model més sostenible que el que és habitual avui en dia, que s'anomena economia lineal.

IV. LES T.I.C ENS AJUDEN A SER SOSTENIBLES

Com ja hem avançat abans, les TIC tenen un paper clau alhora d'assolir els Objectius de Desenvolupament Sostenible.

Les darreres dècades hem vist com les TIC evolucionaven molt ràpidament i guanyaven importància econòmica i social. Les TIC són considerades avui en dia un element imprescindible per a la gran majoria de la població. En els darrers anys, hem pogut com apareixien els primers smartphones i ràpidament es consolidaven com l'aparell estrella que ens permet comunicar-nos, esbargir-nos, informar-nos i treballar. Podem usar la gran quantitat d'informació a la que tenim accés amb el nostre smartphone per tal de procurar produir i consumir de forma més sostenible.

Un gest tan senzill com comprovar el trànsit abans de sortir a repartir els productes és un acte que ens ajuda a ser més sostenible. Com més estona estiguem parats amb el motor encès més emissions estarem emeten a l'atmosfera. Si evitem les congestions de tràfic, contribuirem a reduir la contaminació i reduïrem els costos de transport.

GoogleMaps ens ofereix una gran quantitat sobre l'estat de les carreteres però també tenim al nostre abast moltes aplicacions especialitzades en el trànsit com per exemple Citymapper i Transit. Aquest també és el cas de Waze, que lidera el rànquing amb més de 6.175.000 usuaris. També es poden trobar aplicacions de caràcter local com és el cas de BA Movil, que ens proporciona informació molt acurada sobre l'estat del trànsit a la ciutat de Buenos Aires.

Els smartphones també fan que fer una enquesta, que abans requeria moltes hores de treball de camp, sigui un procés ràpid i àgil. De fet, fer una enquesta a través d'un Doodle és tan fàcil que fins i tot es fa servir per què un grup de gent decideixi a quin restaurant vol anar. En qualsevol cas, és una gran eina per recollir l'opinió dels que volem que siguin els nostres futurs clients i veure si el producte que dissenyem podria tenir èxit o no.

Com a consumidors, podem escollir entre moltes aplicacions que ens ajuden a ser més sostenible [8]. Per exemple iRecycle ens dona informació sobre els punts de

reciclatge més propers. Una altra aplicació molt interessant és PaperKarma, que malauradament no opera a Espanya. L'aplicació s'encarrega de que les empreses que enviïn propaganda amb correu ordinari deixin de fer-ho i d'aquesta manera reduir l'ús de paper.

V. INICIATIVES SORPRENENTS A KENYA

Hem vist com hi ha un gran nombre d'aplicacions que ens poden ajudar a ser més sostenibles. Ara bé, tot i que un smartphone és barat comparat amb un ordinador portàtil, no tothom té prous recursos per poder-se'n permetre un.

Aquesta és la situació amb la que es troben molts habitants de Kenya, que disposen d'un telèfon mòbil clàssic però no un smartphone. És per això, que a Kenya podem trobar aplicacions TIC basades amb l'enviament de SMS. A continuació, explicarem dues d'aquestes aplicacions pensades per a petits agricultors i ramaders.

M-Farm [4] és una iniciativa que va sorgir fa 10 anys de la mà de tres noies que van participar en un concurs per d'aplicacions per a telèfons mòbils i van guanyar 10.000 euros per desenvolupar la seva proposta. Els pagesos envien un missatge SMS amb la localització i el producte que volen vendre i a l'instant reben una resposta amb el preu del producte en aquell lloc. Es tracta d'un servei que els permet decidir a on volen vendre els seus productes. L'empresa cobra l'equivalent a 10 cèntims per cada missatge mentre que els agricultors poden estalviar-se més de 1000 vegades aquesta quantitat al poder escollir el lloc de venda dels seus productes i evitar viatges innecessaris.

Un altra aplicació dissenyada a Kenya i que actualment també opera a Etiòpia i Tanzània és iCow [6,7]. En aquest cas els pagesos reben informació i propostes per aconseguir un major rendiment. Els resultats obtinguts són molt positius, ja que els pagesos veuen com augmenta la productivitat de llet o ous i es redueix la mortalitat entre els seus animals.

VI. REFLEXIÓ FINAL

Buscant a Internet, podem trobar molts més exemples d'aplicacions i iniciatives que implementen les TIC per aconseguir una producció i un consum més sostenible. Ara bé, potser cal preguntar-nos si l'ús de les TIC és sostenible.

D'acord amb les pautes que hem establert anteriorment per determinar si un producte és sostenible, és clar que els smartphones no ho són. Aleshores, quin sentit té intentar ser sostenible usant un aparell que no ho és?

REFERÈNCIES

- [1] Objetivos de Desarrollo sostenible, ONU. Disponible a:
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- [2] El Mar de Aral, como el cultivo del algodón acabó con un gran lago. Disponible a:
<https://www.lepetitbaobab.com/blog/mar-de-aral/>
- [3] La humanidad necesita 1,5 planetas para satisfacer su demanda de recursos. El Mundo. Disponible a:
<http://www.elmundo.es/ciencia/2014/09/30/542a5136e2704e34068b456d.html>
- [4] M-Farm lets Kenyan farmers find market prices with SMS. Disponible a:
<https://www.capgemini.com/blog/winch-5/2011/10/m-farm-lets-kenyan-farmers-find-market-prices-with-sms>
- [5] Obsolescencia programada: tipos y formas. Disponible a:
<http://www.ecointeligencia.com/2014/06/obsolescencia-programada-tipos-formas/>
- [6] Introducing iCow: the virtual mobile Midwife for cows. National Geographic. Disponible a:
<http://voices.nationalgeographic.com/2014/05/13/introducing-icow-the-virtual-mobile-midwife-for-cows/>
- [7] iCow (página web oficial): <http://www.icow.co.ke/>
- [8] 5 Apps to help you live a more sustainable life. The Huffington Post. Disponible a:
http://www.huffingtonpost.com/eve-turow/5-apps-to-help-you-live-a_b_5849740.html

Ingeniería Física y Agua Limpia y Saneamiento

Alexandre Justo Miró, *Enginyeria Física, Universitat Politècnica de Catalunya*

“El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años”

Esta es la presentación que uno se encuentra cuando entra en el apartado “Objetivos de desarrollo sostenible” de la página web de las Naciones Unidas. Y es que estamos ante un tema serio que concierne a todos los países y a todas las personas del planeta.

Se trata de diecisiete objetivos, todos ellos identificados con un número entre 1 y 17, que van desde erradicar la pobreza mundial hasta promover una educación de calidad. En este artículo solamente presentaré el objetivo número 6, el cual se refiere a agua limpia y saneamiento y da mucho de qué hablar.

I. INTRODUCCIÓN

EL título oficial es el siguiente: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. ¿Disponibilidad de agua? ¡Qué absurdo! Si todos tenemos agua para dar y repartir. Bien, esto es lo que muchas personas piensan acerca de este objetivo número 6. En realidad, esto no es así en todos los lugares del mundo. Existen zonas en las cuales conseguir un mínimo de agua, aunque sea solo la necesaria para sobrevivir, es tarea difícil. Por lo general, estos son lugares secos, allí donde el agua escasea y las temperaturas son extremadamente altas. África u Oriente Medio se incluyen en este grupo. Pero también en algunos lugares donde el agua sobra, esta no se sabe aprovechar o no hay recursos para ello y la situación de las personas que habitan el lugar termina siendo la misma.

II. DATOS

Para ilustrar la gravedad del problema, voy a introducir algunos datos acerca de las personas y el consumo de agua. Algunos de ellos podrían ser impactantes.

Es importante conocer números para saber con más exactitud dónde está el problema y qué medidas hay que tomar para solucionarlo.

Cerca de 1 persona de cada 6 no tiene acceso a agua en condiciones. En algunos países, la mitad de la población no tiene acceso a agua potable, lo cual lleva a que muchos de sus habitantes sufran una salud pésima. Según algunas estimaciones, unos 5000 niños mueren cada día en el mundo debido a enfermedades relacionadas con la diarrea. Esta cifra probablemente se reduciría si el agua disponible fuese suficiente como para destinar a la higiene la que fuere necesaria.

Las aguas subterráneas abastecen de agua potable por lo menos al 50% de la población mundial y representan el 43% de toda el agua utilizada para el riego. A nivel mundial, 2500 millones de personas dependen exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades diarias de agua.

Se estima que el 20% de los acuíferos mundiales está siendo sobreexplotado, lo que va a tener graves consecuencias, como el hundimiento del suelo y la intrusión de agua salada.

Desde 1992, las inundaciones, sequías y tormentas han afectado a 4200 millones de personas (el 95% de todas las personas afectadas por todos los desastres) y han ocasionado 1,3 billones de dólares estadounidenses de daños (el 63% de todos los daños).

A nivel regional, se informa de que el límite global de sostenibilidad ecológica de agua disponible para su extracción ha sido superado por una tercera parte aproximadamente de la población, y aumentará hasta aproximadamente la mitad hacia el año 2030.

Cerca de 1200 millones de personas viven en áreas donde el agua escasea físicamente. El acceso limitado al agua por parte de los pobres puede ser fruto no solo de presiones económicas, sino también de presiones sociopolíticas y ambientales, de gobernanza y capacidades humanas débiles, y de una falta de infraestructuras.

Las medidas de mejora de la gestión de los recursos hídricos han mostrado unas considerables ganancias económicas. Una inversión de entre 15000 y 30000 millones de dólares estadounidenses en la mejora de la gestión de los recursos hídricos en los países de desarrollo puede dar unos beneficios anuales directos del orden de 60000 millones de dólares estadounidenses. Cada dólar que se invierte en la protección de las cuencas hidrográficas puede ahorrar entre 7,5 y 200 dólares en costes para nuevas instalaciones de tratamiento y filtración de aguas.

En las dos últimas décadas se han hecho unos progresos impresionantes, con 2300 millones de personas que han

logrado acceder a mejores fuentes de agua potable y 1900 millones a mejores servicios de saneamiento. De las personas que han logrado tener acceso a agua potable, 1600 millones disfrutan ahora de unos niveles de servicio superiores (suministro de agua corriente).

Todavía queda mucho por hacer – 748 millones de personas no disfrutan de una buena fuente de agua potable y 2500 millones no gozan de buenas instalaciones de saneamiento.

Mil millones de personas hacen sus necesidades al aire libre. Se estima que 1800 millones de personas utilizan una fuente de agua potable contaminada con bacterias fecales.

En muchos países se ha aumentado el saneamiento construyendo redes de alcantarillado, pero sin prestarle la debida atención al tratamiento y eliminación de las aguas residuales. Incluso en los países con unas rentas medio-altas, las aguas residuales de aproximadamente el 75% de los hogares con conexión a la red de alcantarillado pueden no recibir el tratamiento adecuado.

Para alcanzar la cobertura universal se necesitarían 53000 millones de dólares estadounidenses al año durante un período de cinco años – menos del 0,1% del producto mundial total (en 2010) y con un rendimiento de la inversión mucho mayor.

Se estima que los beneficios de lograr el acceso universal al saneamiento son mayores que los costes, con una proporción de 5,5 a 1, mientras que para el acceso universal al agua potable la proporción estimada es de 2 a 1.

En las regiones en desarrollo, el rendimiento de la inversión en servicios hídricos y de saneamiento se ha estimado entre 5 y 28 dólares por cada dólar invertido.

Las mujeres y las niñas son a menudo las encargadas de ir a buscar el agua; en el África Subsahariana rural, muchas dedican al menos media hora a esta tarea, y algunas de ellas hacen varios viajes que les ocupan hasta dos o cuatro horas al día. Existen más probabilidades de que la falta de saneamiento suponga un obstáculo para la educación de una niña que para la de un niño.

III. INTERPRETACIONES

Estos datos dan mucho de qué hablar. A partir de ellos se puede comentar desde el ámbito humano hasta el ámbito económico. Ahora toca interpretar estos números para posteriormente tratar de encontrar soluciones que reduzcan los números que nos interesan.

En primer lugar, me parece interesante destacar que el problema del agua, además de principalmente afectar a las personas que no disponen de agua corriente, también afecta en menor medida a los que sí la tienen. Me refiero al dato de que aproximadamente el 75% de los hogares con conexión a la red de alcantarillado pueden no recibir el tratamiento adecuado. Bien, me gustaría que la gente despreocupada por la gente desfavorecida que no dispone de agua conociese este dato, quizás el ver que el problema también está cerca de casa cambiaría ligeramente su forma de ignorar.

Después necesito destacar algunos de los datos económicos. Son impactantes, pero impactan para bien. Lo interesante es que ya se ha trabajado en mejoras de la gestión de recursos hídricos y ya se ha invertido dinero en ello. Evidentemente, la

mejora de la situación tiene un coste económico. Sin embargo, resulta que al final del año esto es una inversión que, además de servir a la gente, multiplica los beneficios del inversor. Esto sorprende, porque lo habitual es pensar que si la gestión del agua es mala es debido a la falta de dinero o a la falta de interés en poner dinero. Y en muchos casos será cierto, pero para rebatir esto voy a referirme a otro dato: Para alcanzar la cobertura universal se necesitaría menos de 0,1% del producto mundial total. Quizás nos encontramos sumidos en una cuestión puramente económica... ¿Los países que necesitan tomar parte de esa cobertura universal de agua no lo hacen porque no disponen del dinero necesario? Bien, estos son datos que no alcanzo, pero realmente algo me dice que donde más grande es la herida del agua es en países de África en los cuales la pobreza es extrema.

También hay datos positivos, como que en las dos últimas décadas 2300 millones de personas han logrado acceder a mejores fuentes de agua potable y 1900 millones de personas disfrutan ahora de suministro de agua corriente. La lectura de esto es que se está trabajando en la materia y que el camino a seguir es el correcto. Tampoco es aquello de que la gente no tiene agua y los que sí tenemos agua hacemos como si nada. Enlazo con otro dato: 748 millones de personas no disfrutan de una buena fuente de agua potable y 2500 millones no gozan de buenas instalaciones de saneamiento. Esto implica que hay mucha gente que necesita agua y que queda mucho por hacer. La tendencia es buena, pero todavía nos encontramos ante una tarea por el momento incompleta. Aunque, por otra parte, se agradece el darse cuenta de que en las dos últimas décadas 1900 millones de personas han conseguido acceso a agua corriente y de que hoy en día solamente 748 millones de personas no disfrutan de una buena fuente de agua potable. Si la tendencia continúa o incluso mejora, en la próxima década sería posible que poco menos del cien por cien de la población mundial tuviese acceso a agua corriente. Podríamos en ese caso centrarnos únicamente en el saneamiento y el tratamiento de aguas residuales, lo cual afecta a la mayoría de las personas.

IV. SOLUCIONES

Se me pide que relacione este problema con el grado universitario que estoy estudiando.

Tal vez es demasiado pronto para mí intentar buscar soluciones mediante la ingeniería, ya que ni siquiera llevo dos años estudiándola y los recursos ingenieriles de los cuales dispongo son escasos. Además, el primer curso fue de carácter introductorio, se nos enseñó principalmente los fundamentos de las matemáticas y la física, y en principio nada de ingeniería. Los proyectos de ingeniería y las prácticas comienzan precisamente el curso siguiente, así que poco puedo hacer en estos momentos.

Sin embargo, puedo intentar aportar ideas, desde mi desconocimiento de la gestión de recursos en el mundo real y las políticas de mejora, es decir, sin saber si las ideas que propongo son política y económicamente viables.

La primera solución que se me ocurre sería invertir el dinero necesario y terminar con el problema. Ya hemos visto

una página antes que con el 0,1% del dinero mundial sería suficiente para satisfacer las necesidades mundiales relacionadas con el agua. Pero si es tan fácil, ¿por qué no se ha hecho ya?

Me da la impresión de que estoy tratando el dinero como si fuese algo que se suele regalar, cuando realmente el dinero es lo que mueve el mundo, y las personas solemos preferir tener la máxima cantidad posible de dinero antes que mejorar el mundo. De no ser por ese pequeño detalle, la solución sería tan sencilla como invertir en infraestructuras que hagan posible el acceso al agua de todas las personas.

Me imagino que la gente que posee ese dinero no son precisamente los que están necesitados de mejoras. Por ejemplo, en Arabia Saudí, a pesar de no haber abundancia de agua, se invierte dinero en desalinizadoras y el agua potable se obtiene simplemente del agua del mar. Este aspecto sería más fácil de tratar para un estudiante de ciencias políticas o de economía, para un estudiante de ingeniería quizás es algo difícil por la falta de esa especie de conocimientos.

Tras haber escrito la solución más inmediata, pero tal vez menos probable de llevar a cabo, se me ocurren otras más tecnológicas de las cuales los científicos e ingenieros ya están hablando.

Es el caso de nanodispositivos capaces de filtrar impurezas del agua no potable, para así convertirla en apta para el consumo. Esta medida, independientemente del coste económico que tuviese y de quién asumiría la financiación, pretende ser de uso por zonas geográficas. Por ejemplo, si en un lugar dado la única fuente de agua es un río que solamente lleva agua contaminada, los habitantes de la zona deben moverse kilómetros hasta encontrar otra fuente de agua que sea potable.

Con estos dispositivos se pretende convertir el agua contaminada del río en agua apta para el consumo, con el objetivo de que la gente de los alrededores de ese río no tenga que preocuparse por desplazarse para encontrar agua buena. Sin duda es una medida incompleta: si bien favorece a aquellos que tengan algún tipo de fuente de agua cerca, no hace lo propio con aquellos que no la tengan.

Además, también existe el problema de la distribución de estos dispositivos, los cuales tendrían que llegar a muchos lugares distintos y requieren un cierto conocimiento acerca de cómo usarlos el cual los potenciales usuarios tendrían que aprender.

Esta solución en realidad está estrechamente relacionada con mi ingeniería, ya que en esta trataremos en gran medida la nanociencia y la nanotecnología, al ser una de las áreas punteras de la ciencia en los tiempos que corren. El día que estudie dichas asignaturas podré tener un mejor conocimiento acerca de esta solución que planteo y su viabilidad.

Una última solución más tosca sería el transporte de agua. La grandísima mayoría de agua del planeta se encuentra en los océanos. El problema es que esta no es potable, pero mediante procesos de desalinización sabemos convertirla en tal.

Sería más sencillo para regiones cercanas al mar y más complicado para regiones alejadas, pero la idea consistiría en construir algún tipo de infraestructura que transporte y

desalinee el agua. Estoy seguro de que esto ya existe en muchos países, entonces solo sería cuestión de aplicarlo también a aquellas regiones que no dispongan de agua.

De nuevo, desconozco el coste económico de esto, quizás si no se ha hecho es precisamente por limitaciones económicas, pero lo que sí es cierto es que como solución funcionaría. No sabría diseñar procesos de desalinización, pero quizás podría tener algunas ideas en materia de transporte.

Se podrían construir grandes tuberías que lleven el agua a varias centralitas distribuidas acorde a la localización de las zonas en las que escasea el agua. Esto costaría dinero y tiempo, pero creo que sería sencillo y muy efectivo.

Además, para optimizar el proceso de transporte, el cual evidentemente consumiría energía, se podría idear algún sistema hidráulico el cual permita aprovechar parte de la energía que genera el agua al moverse. Estos sistemas ya existen, y son sistemas que consiguen energía renovable. Esa energía lograda en el transporte del agua podría compensar parte de la energía gastada para desalinizar y para realizar el propio transporte.

En este tema de energías renovables y grandes infraestructuras no me veo muy a la última, porque además en mi ingeniería no se cubren estos aspectos, pero en cambio sí que incumbe a otras ingenierías ya que se trata del diseño de una gran construcción.

Tras humildemente intentar aportar algunas ideas, creo que en realidad no estoy descubriendo el fuego y que todo el mundo pensaría en acciones similares a estas. Solamente es cuestión de ejecutarlas. Lamentablemente, en muchos casos, los países que menos agua tienen son también los que en general menos recursos económicos tienen, y por lo tanto se ven limitados a la hora de poner estas soluciones en práctica.

Desde la ingeniería es complicado abordar problemas políticos y económicos, y más si cabe cuando el dinero que la política destina a la ciencia es ridículo. Repito que la vía fácil, rápida, efectiva, sería pagar lo que hiciese falta, construir las mejoras necesarias, y el problema estaría terminado. Tampoco se necesita un dinero infinito para ello. Pero ante las dificultades económicas de algunos, las soluciones alternativas pasan por ingeniárselas para conseguir el mismo resultado mediante menos gasto de dinero.

A mi nivel de estudios todavía no me veo con los conocimientos suficientes como para lograr semejante hazaña, sin embargo sé que, por ejemplo, en el campo de la nanoingeniería se está trabajando para lograr grandes resultados en el mundo del agua, lo cual me parece positivo ya que es indicativo de que hay ingenieros que se preocupan por la sostenibilidad.

REFERENCIAS

- [1] UNESCO. (2015). Agua para un mundo sostenible. Datos y cifras. Available: http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2_015Facts_Figures_SPA_web.pdf
- [2] engineeringchallenges.org (2017, January). Provide access to clean water. Available: <http://www.engineeringchallenges.org/challenges/water.aspx>
- [3] United Nations. (2015, september). Sustainable Development Goals. Available: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg6>

Objetivos del desarrollo sostenible:

12: Producción y consumo responsables

Miren Lamaison Vidarte, Ingeniería Física

Resumen—El objetivo del desarrollo sostenible que he elegido para este trabajo es el número 12: *Producción y consumo responsables*. Los datos con los que en este momento trabaja la ONU sobre el ritmo de evolución de la población mundial son realmente preocupantes y hacen completamente inviable mantener el modelo de consumo actual durante los próximos años. Entre las medidas que se deben tomar para solucionar este problema hay algunas en las que la ingeniería tendrá un papel fundamental: mejora de los procesos de producción, mejora de los procesos de reciclaje, búsqueda de nuevos materiales menos contaminantes o con mejores propiedades...

I. INTRODUCCIÓN

EL 15 de septiembre de 2015 los dirigentes mundiales, reunidos en una cumbre de las Naciones Unidas, aprobaron la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Así, los países se comprometían a tomar medidas para poner fin a la pobreza, reducir la desigualdad y proteger el medio ambiente.

En el número 12 de una lista que incluye 17 objetivos, se encuentra el de *Producción y consumo responsable*, con éste se pretende reducir el coste económico de la producción pero especialmente el ambiental y el social de manera que, al mismo tiempo que aumenta la competitividad económica de las empresas y países, se reduzca la pobreza y la desigualdad con el menor coste posible para el planeta

II. CONSUMO ACTUAL

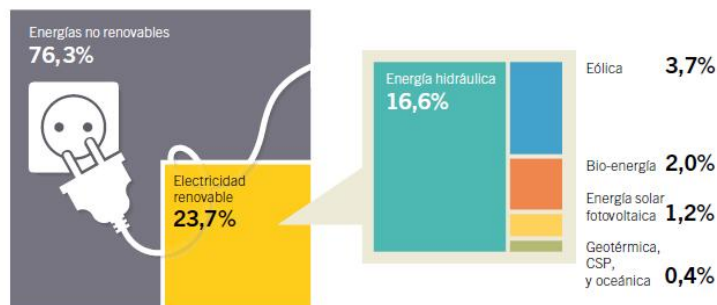
Actualmente, la Tierra necesitaría ser 1.5 veces mayor para regenerar todos los recursos que diariamente extraemos de ella, esto es, tarda un año y medio en regenerar los recursos que consumimos en un año.

Según cifras de las Naciones Unidas, con la previsiones hechas según el ritmo de crecimiento actual de la población mundial, en el año 2050 serán necesarios 3

planetas enteros para sostener el consumo de los 9.600 millones de personas que habitarán el planeta. A este hecho no sólo contribuye el aumento de población, se calcula que durante los próximos años, muchas personas se sumen a la clase media gracias a las medidas que se han tomado y se están llevando a cabo para reducir la pobreza y la desigualdad. Esto, sin embargo, hará que la demanda de recursos sea aún mayor.

El cambio en el modelo de consumo, aún sin tener en cuenta los aspectos económicos, sociales y medioambientales, es inevitable. Incluso si consiguiéramos reducir el consumo, la producción y el impacto de ésta de manera que con un solo planeta fuera suficiente para regenerar los recursos consumidos en un año, hay materiales que no se regeneran y que, tarde o temprano, acabarán por agotarse. Esto obligará a la búsqueda de nuevos materiales o el rediseño de muchos productos.

Como ejemplo tenemos los combustibles fósiles. No es ningún secreto que la reservas llevan años disminuyendo y queda poco para que se agoten definitivamente. Sin embargo, dentro del consumo energético mundial siguen teniendo el mayor peso. Este hecho, hace que la búsqueda de energías alternativas no sea opcional y se esté financiando la investigación en energías renovables, menos contaminantes.



Consumo energético global en 2015

Pero los problemas que provoca el ritmo de consumo actual, tanto a nivel global como a nivel local, van más

allá de la extarcción de recursos. La producción de estos bienes, especialmente cuando se hace en países menos desarrollados con el único objetivo de reducir costes, provoca normalmente una alta contaminación, empleos con sueldos muy bajos, altos riesgos laborales, etc.

III. MEDIDAS

Hay muchas soluciones posibles a este problema y requieren la colaboración de todos, tanto productores como consumidores. Estas son algunas de las cosas que se pueden hacer para mejorar la situación:

A. Reducir el consumo

Es la medida más obvia y al mismo tiempo la más necesaria y urgente. Muchas de las cosas que compramos no las necesitamos realmente o las usamos unas pocas veces antes de olvidarnos de ellas para siempre.

El despilfarro más alarmante es el de los alimentos. Mientras que en algunas zonas del planeta la escasez de alimentos provoca numerosos problemas de salud e incluso muertes, a nivel global se desperdicia, según un informe encargado a la FAO en 2011, casi un tercio de los alimentos que se producen para consumo humano, lo que supone aproximadamente 1300 millones de toneladas cada año.

El consumidor es el primero que debe concienciarse de que el ritmo actual no es sostenible y propiciar un cambio en el modelo de consumo, ya que es el motor del comercio internacional. Las empresas se verán forzadas a tomar muchas medidas beneficiosas para todos si es el consumidor el que exige las mejoras en el ámbito de la sostenibilidad.

B. Reciclaje

Una de las peores consecuencias del modelo actual es la gran cantidad de residuos que se generan. Se trata de residuos de todo tipo, más o menos contaminantes y con mayor o menor valor económico.

Además de los productos que desechamos al final de su vida útil, hay que sumar a los residuos todos los envases plástico, latas, bricks y envases de papel y cartón que son necesarios para la comercialización de cada uno de ellos. En 2015, en España, se reciclaron 1.3 millones de toneladas de estos envases, lo que supone un 74.8% del total, muy por encima del 55% al que obliga la Unión Europea. Sin embargo, esto deja casi medio millón de toneladas sin reciclar, con el consecuente coste

medioambiental.

Por otro lado, sólo algunos residuos se pueden reciclar y no siempre con la mejor eficiencia. Este es uno de los campos donde la ingeniería puede ayudar más, en la mejora de los procesos de selección y extracción de materiales de las plantas de reciclado, ideando nuevos procesos que permitan separar cada componente y limpiar las impurezas para que todos los materiales puedan ser reutilizados en nuevos productos de primera calidad.

También será necesario el desarrollo de nuevos materiales, más fáciles de reciclar, y un diseño que tenga en cuenta, desde el principio, la reutilización de todos los componentes.

C. Producción sostenible: deslocalización

Los productos que consumimos a diario se producen en fábricas de todo el mundo. Esta producción afecta directamente a millones de personas que, en muchos casos, tienen una dependencia económica completa de estos centros de producción.

En las últimas décadas, cada vez más empresas deciden llevar sus plantas de producción desde los países occidentales a otros países menos desarrollados, buscando, en casi todos los casos, reducir los costes de producción. En estos países los sueldos son notablemente más bajos por lo que la mano de obra resulta mucho más barata.

Otra de las razones por las que esta práctica resulta beneficiosa económicamente es que la regulación en cuanto a contaminación del medio ambiente y las condiciones laborales de los trabajadores es habitualmente bastante menos estricta que en los países en los que anteriormente operaban estas compañías. De esta manera, lo que en un principio podía parecer que favorecería a la economía de estos países menos desarrollados acaba siendo doblemente perjudicial tanto en el aspecto social como en el medioambiental. Además hay que sumar a los afectados los operarios de las fábricas en los países de origen de las empresas, que pierden su puesto de trabajo.

La deslocalización de la producción conlleva a su vez un enorme volumen de mercancías que es necesario transportar miles de kilómetros alrededor del mundo, principalmente en buques de carga que pueden llegar a transportar más de 10.000 contenedores por trayecto. Estos barcos provocan una gran contaminación, especialmente en torno a los puertos. Se calcula que, anualmente, las emisiones de partículas atmosféricas por estas causas son responsables de 60.000 muertes por afecciones respiratorias y cáncer de pulmón en las

ciudades portuarias. Además, debido al incremento del comercio internacional, se prevé que en el año 2050 los volúmenes portuarios se incrementen casi al cuádruple, lo que implicará un crecimiento similar en las emisiones de CO₂ si no se buscan alternativas.

En este sentido, la física y la ingeniería tienen mucho trabajo, empezando por el desarrollo de combustibles y formas de energía más sostenibles. Resultados más inmediatos pueden conseguirse mejorando la cadena de suministros, un sistema de transporte eficiente y bien organizado reportaría beneficios tanto económicos como sociales y ambientales.

D. Mejora de los productos: vida útil

Como hemos dicho, actualmente se consume al año una cantidad de recursos que la Tierra regeneraría en un año y medio. Para solucionar esto no basta solamente con mejorar la producción ni la reutilización de materiales, hay que reducir notablemente el consumo.

Hay tres razones principales por las que este consumo es tan grande: compramos productos que no necesitamos, reemplazamos otros en perfecto estado por una cuestión estética y la vida útil de éstos no es tan larga como podría. Así, reducir el consumo global de recursos depende en gran medida de los compradores, pero también de las empresas.

Éstas pueden no ser responsables directamente del enorme consumo global, pero sí que son responsables indirectamente al utilizar tácticas no siempre honestas para aumentar las ventas.

La constante publicidad en todos los medios hacen que el consumidor crea tener la necesidad de muchas más cosas de las que necesita en realidad. Además, en muchos casos, especialmente en los dispositivos electrónicos, los productos no se diseñan para ser útiles durante mucho tiempo, si no que se planea el adelanto del final de su vida útil para que cuando esto pase el consumidor tenga que comprar uno nuevo. Esto no es exclusivo de las nuevas tecnologías, la búsqueda de la reducción de los costes hace que baje la calidad del producto final, tanto por los materiales utilizados como por el uso de mano de obra menos cualificada, y éste se deteriora mucho más rápido.

Desde la ingeniería se puede trabajar en la búsqueda de nuevos materiales y diseños que, además de tener en cuenta el posterior reciclaje del producto como hemos dicho antes, hagan del producto algo más resistente, duradero y útil.

E. Mejoras en la eficiencia de la producción

Por último, quedarían por mejorar todas las instalaciones en las que se fabrican y se habilitan para el consumo estos productos.

Los procesos de fabricación suelen provocar emisiones tóxicas o peligrosas que afectan directa o indirectamente a la población cercana. Estas emisiones pueden ser emisiones a la atmósfera, vertidos al suelo que después se filtran o directamente a las aguas superficiales, almacenamiento de residuos, contaminación acústica... Por tanto, la presencia de una fábrica puede suponer un gran impacto ambiental que no tiene cabida en un modelo de producción sostenible.

Desde la ingeniería física se puede trabajar, como ya hemos dicho, en la búsqueda de nuevas formas de energía y en la mejora de las energías renovables que ya se utilizan en la actualidad (además de aumentar su rendimiento habría que tener en cuenta también el impacto ambiental que provoca la instalación de las plantas y la distribución de toda esa energía). También se podrían mejorar los métodos de producción (maquinaria, logística...) y los materiales para que su implementación en el producto y distribución sea más sencilla de llevar a cabo.

IV. PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES EN ESPAÑA

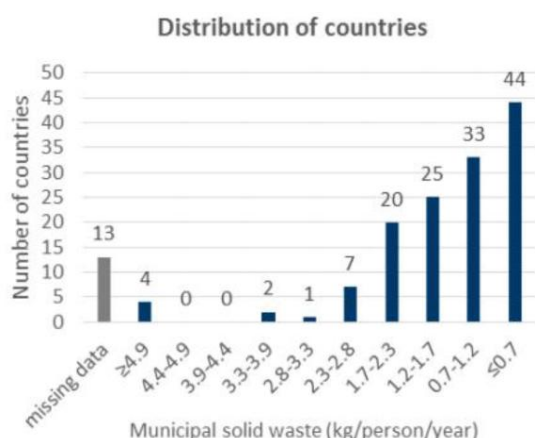
Según el último informe (Julio de 2016) sobre los objetivos del desarrollo sostenible a nivel mundial, tanto España como la mayoría de países europeos tienen mucho que mejorar en el tema de la sostenibilidad. El informe establece una clasificación por países y asigna un color a cada uno por objetivo (verde, amarillo o rojo, la calificación más baja).

Estos son los resultados de España:



Vemos que son bastante desfavorables y en cuanto a producción y desarrollo sostenible tiene mucho que mejorar. Además, si tenemos en cuenta dos de los

índices que utiliza el informe para determinar esta puntuación, nos damos cuenta de que el mayor problema es el consumo. En la primer aspecto, porcentaje de aguas residuales tratadas, España está muy bien situada, en el puesto 8 mundial con un 92.8%. Sin embargo, en cuanto a la cantidad de residuos sólidos municipales generados (kg/persona/año) el país se encuentra mucho más abajo en la clasificación, con 2.1



Si miramos los resultados del restos de países de Europa, los datos no son mucho mejores. La mayoría de países también tienen una puntuación roja, incluso los países nórdicos como Noruega, Finlandia o Dinamarca, además de Francia, Italia, Holanda o Portugal. Hay muy pocos que reciban la calificación verde, incluso a nivel mundial: Islandia, Polonia, Bielorrusia, Nueva Zelanda...

V. CONCLUSIÓN

En resumen, las medidas necesarias para que el objetivo *Producción y consumo responsable* de la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* se alcance (puede que no en 2030 pero sí en un futuro) dependen principalmente de los consumidores y las empresas.

La ingeniería tendrá un papel fundamental en este proceso ya que no basta con reducir al mínimo la cantidad de recursos del planeta que consumimos, es indispensable utilizar los recursos que la Tierra pueda regenerar y que sean manipulables sin contaminar el medio ni suponer un peligro para las personas.

VI. REFERENCIAS

[1] *IFT (International Transport Forum) Transport Outlook 2015*

[2] *REN21 Renewables Global Futures Report (GFR)*
Disponible en: <http://www.ren21.net/future-of-renewables/global-futures-report/>

[3] *Renewables 2016 Global Status Report*
Disponible en: <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>

[4] *Global Food Losses and Food Waste* (Informe FAO 2011)

[5] www.ecoembes.com

[6] <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

[7] *SDG Index and Dashboards. A global report* (July 2016)

L'enginyeria física i l'aigua. Compromís amb el desenvolupament social.

Joan Llobera i Querol

Resum—L'aigua és un dret humà inqüestionable. Tot i això, i que ens sembli increïble, a dia d'avui encara hi ha moltes regions del món en què aquest dret no està garantit.

En aquest article s'analitza un dels problemes que impedeixen l'accés universal a l'aigua: la distància dels llocs habitats a les fonts. En el cos de l'article es presenten algunes dades estadístiques per copsar la magnitud real del problema, i se segueix presentant dos projectes d'enginyeria que tenen com a objectiu pal·liar aquest problema.

Com a conclusió, l'aigua és una necessitat humana bàsica, i és el nostre deure com a enginyers destinar els nostres esforços a què tothom pugui tenir-hi accés garantit i en condicions.

Abstract—Water is an unquestionable human right. Even though, it is nearly unbelievable but nowadays this right is not guaranteed in many places.

In this article, we focus on one of the problems that hamper the universal access to water: the distance from the water sources to the residential places. In the main part of the article, some data are presented to become aware of the real situation on this aspect and then it follows the presentation of two engineering projects with the aim to help solving this issue.

Concluding, water is a basic human need and it is our duty as citizens but specially as engineers to make an effort to help all the people have sustainable access to safe drinking water.

Índex terminològic—aigua, enginyeria física, drets humans, font d'aigua, distància, Water Project, HOPE Initiative

I. INTRODUCCIÓ^[1]

L'ACCÉS a l'aigua potable és un dels drets humans més fonamentals, a banda d'un instrument crucial per al correcte assoliment de molts altres drets humans^[2].

Tot i això, la població mundial encara es troba lluny de l'accés universal a l'aigua: una quarta part de la població utilitza una font d'aigua contaminada amb matèria fecal i gairebé una tercera part no té accés a serveis sanitaris bàsics com lavabos o latrines^[3].

En particular, els Objectius del Mil·lenni incloïen la meta de reduir a la meitat el nombre de persones sense accés a aigua potable sanejada l'any 2015 (objectiu 7.C)^[5]. Segons les dades de les Nacions Unides, és fàcil pensar que l'objectiu s'ha assolit abastament^[6], però cal tenir en compte moltes altres variables. Que la qualitat de l'aigua accessible hagi millorat no significa que sigui segura per al consum humà^[7], moltes vegades s'han establert solucions només provisionals i moltes altres la població local no acaba utilitzant el recurs instal·lat, per diverses raons^{[8][9]}.

És per això que, tot i que l'objectiu sembli complert no s'ha de donar per resolt. Les fonts d'aigua a què té accés bona part de la població mundial no tenen garantida la salubritat de l'aigua, l'absència de contaminació química, microbiana o d'altres contaminants, i és per aquesta raó que encara cal treballar molt en aquest aspecte.

II. EL PROBLEMA DE LA DISTÀNCIA

Nombrosos estudis afirmen que una de les limitacions més grans en el consum d'aigua està estretament relacionada a la distància i el temps de desplaçament fins a la font més propera^[10]. Un dels estàndards mínims més utilitzats en els programes de millora de fonts d'aigua per a la població és l'establert per The Sphere Project, que estableix com a criteri mínim que la distància de qualsevol lloc habitat a la font d'aigua més propera no

superi els 500 metres (cosa que implica un quilòmetre de trajecte d'anada i tornada) i que el temps invertit per anar a buscar aigua no sobrepassi els 30 minuts (inclòs el trajecte i el temps d'espera en cua)^[11].

De totes maneres, nombrosos estudis asseguruen que quan la font més propera no es troba dins d'un radi molt proper a la residència, el consum d'aigua per persona i dia pot ser inferior als 20 litres, quantitat que es considera mínima.^[12] De la mateixa manera, si la distància a recórrer supera el quilòmetre veiem que el rang està completament per sota del llindar dels 20 litres per persona i dia.

TAULA I
CONSUM MITJÀ D'AIGUA SEGONS DISTÀNCIA A LA FONT MÉS PROPERA

Tipus de font	Distància a casa	Rang de consum (litres/pers./dia)
Font d'aigua comú (pou o aixeta)	>1000 m*	5 - 15
Font d'aigua comú (pou o aixeta)	250 – 1000 m	10 - 30
Aixeta del poble o pou comú	<250 m	15 - 50
Aixeta	a la zona residencial**	20 - 80
Connexió a casa – una font***	a casa	30 - 80
Connexió a casa – diverses fonts***	a casa	70 - 250

Dades extretes de la referència [12]

* Noti's que aquest marge està per sota dels estàndards mínims comentats en aquesta secció.

** Es refereix a una font d'aigua comuna dins d'un grup d'habitatges o carrer, diferenciada de les anteriors per la major accessibilitat i exclusivitat.

*** Es refereix a les sortides d'aigua de què es disposa a casa: una única sortida o diverses, utilitzades per a diferents usos.

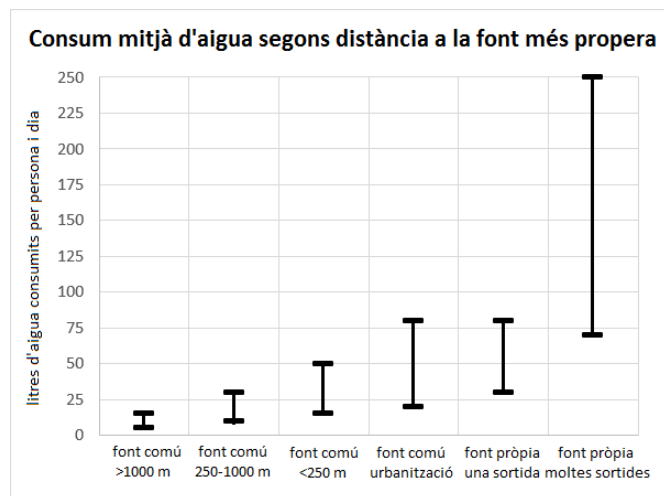


Figura 1. Consum mitjà d'aigua per persona i dia segons el tipus de font. Observem que el consum d'aigua augmenta a mesura que augmenten les facilitats per obtenir-la. Dades extretes de la taula anterior.

Diverses organitzacions han fet públiques moltes dades en aquest sentit: la distància que s'ha de recórrer a l'Àfrica o a l'Àsia per anar a buscar aigua es mesura normalment en quilòmetres^[13], més de la meitat de la població de l'Índia no té una font d'aigua a prop de casa, i el 18% la té a més de 500 m en àrees rurals, o 100 m en

àrees urbanes^[14]... De fet, la distància excessiva a les fonts d'aigua segures i en condicions empeny la població a agafar-la de fonts no controlades més properes, en detriment de la seva salut^{[15][16]}.

III. I NOSALTRES, QUÈ HI PODEM FER?

Com a ciutadans del planeta hem de ser conscients que, les conseqüències de les desigualtats mundials ens afecten directament, tot i que puguem estar a centenars de quilòmetres de distància.

A més, com a enginyers, tenim una responsabilitat afegida: cal que posem els nostres coneixements, aprenentatges, mètodes i tècniques al servei del bé comú. És a dir, hem de procurar la igualtat d'oportunitats i l'accés als recursos bàsics per a totes les persones del planeta. I és que, veient el que la IEEE exposa com a missió principal de la seva tasca "promoure el desenvolupament de l'excel·lència i innovació tecnologia per al benefici de tota la humanitat"^[17], no podem girar l'esquena a les necessitats més bàsiques no cobertes d'una bona part de la humanitat.

Un dels àmbits majoritaris en què es porten a terme projectes de cooperació internacional és en el camp de l'enginyeria, donada la seva ràpida aplicació i focalització en la resolució de problemes concrets. És per això que no és difícil trobar projectes d'enginyeria relacionats amb molts àmbits de la cooperació, i en particular amb l'accés a l'aigua. En presentem un parell a continuació.

A. The Water Project^[18]

The Water Project és una associació sense ànim de lucre que es dedica a finançar i realitzar projectes relacionats amb l'abastiment d'aigua a comunitats de l'Àfrica subsahariana que pateixen un insuficient accés a l'aigua amb condicions de salubritat adequades.



Figura 2. Mapa on es veuen representades les actuacions completades i en procés de l'ONG The Water Project. Font: [18]

L'ONG ha realitzat en els seus 9 anys d'història més de 1200 projectes d'abastiment d'aigua a comunitats locals. Normalment, aquests són projectes senzills de construcció d'infraestructures com ara pous, aixetes o conductes per a transvasament d'aigua que milloren molt la qualitat de vida de les persones que se'n beneficien.

Fixem-nos en dos d'aquests projectes:

– Kwa Mutunga New Well Project^[19]:

Aquest projecte consisteix en la instal·lació d'un pou amb galleda i una bomba d'aigua a la comunitat Makueni, a Ngomano (Kenia).

Durant els darrers anys l'entorn natural d'aquesta comunitat, que es dedica majoritàriament a la ramaderia, ha experimentat un assecament brusc i les fonts naturals d'aigua s'han assecat. Per aquestes circumstàncies, la comunitat havia estat receptora de diversos projectes d'altres organitzacions, que han resultat inútils perquè els pous s'han assecat i les bombes d'aigua no s'han reparat convenientment. Això ha fet que moltes dones i nens hagin de caminar entre 4 i 5 hores al dia per transportar l'aigua necessària per a les seves famílies. A més, a causa de la poca quantitat d'aigua disponible en pous i forats desprotegits, aquesta es ven a un preu massa elevat, que fa que algunes famílies no puguin permetre-s'ho i hagin d'anar a buscar aigua a un riu proper, amb unes condicions de salubritat inacceptables.

La comunitat consta d'unes 800 persones i es calcula que el pou que es construirà té una capacitat d'entre 350 i 500 persones, per la qual cosa la zona és una bona candidata per un projecte futur de l'organització. La comunitat disposa de latrines en cada casa.



Figura 3. Fotografia del pou amb bomba d'aigua instal·lat. Font: [19]

El projecte s'engloba en un projecte general de construcció de sis nous punts d'aigua en aquesta regió. Una de les raons per les quals els projectes anteriors no havien tingut èxit és la no-reparació dels desperfectes en les altres infraestructures. Així doncs, un dels objectius principals del projecte és ensenyar els habitants locals les eines i procediments necessaris per arreglar possibles desperfectes que hi puguin haver.

El pou va poder ser excavat a un lloc diferent del previst inicialment a partir del dia 7 de març de 2017. La bomba d'aigua va ser instal·lada el 15 del mateix mes. El dia 28 de març van concloure les sessions de formació als habitants locals sobre prevenció de contagi de malalties, rentat de mans i reparació de desperfectes en les infraestructures, i per tant, el projecte va finalitzar.

– Ekarakaveni II-Androsi Community^[20]:

El projecte consisteix en la instal·lació d'un sistema de protecció en un manantial a Ekarakaveni, Uganda.

Aquesta comunitat té 60 llars familiars i una població de fins a 300 persones, que es beneficiaran del tractament sanitari i higiènic i de l'aigua neta. La majoria d'homes treballen en la canya de sucre, que poden vendre a la fàbrica local. A més, alguns també treballen en un local comunitari reparant dispositius electrònics domèstics.

Tota la població s'abasteix d'una font d'aigua natural desprotegida, de la qual surt aigua fins i tot en l'estació més seca. Abans del manantial, aquesta aigua ha passat per una plana on ha estat exposada a diferents contaminants: els animals en beuen, els nens hi juguen i l'aigua de la pluja recull fins al manantial fems i fertilitzants de la terra. Tot això provoca que les famílies estiguin exposades a malalties, entre els quals la diarrea, que provoca una gran mortalitat infantil.

El projecte rere aquesta situació consisteix, a més a més, en dotar les cases de latrines, ja que més de la meitat no en tenen. Això, juntament amb formació en hàbits d'higiene s'afegeix a la protecció del manantial. S'ha preferit aquesta opció per la impossibilitat de construir un pou en el terreny, a causa del sòl rocós.



Figura 4. Fotografia del manantial després de la reparació Font: [20]

A més de la reforma del manantial i la construcció de les latrines, també s'ha format 20 persones de la comunitat perquè vetllin pel manteniment del manantial i per la implantació de les mesures sanitàries de la comunitat. S'ha format aquestes persones en els processos de contaminació de l'aigua, pràctiques d'higiene i s'han convertit en ambaixadors de bona higiene, salubritat i salut a la seva comunitat.

La construcció de la protecció del manantial va començar a finals de novembre de 2016. A data de 31 de març de 2017 el projecte es dona per finalitzat.

B. Hope Initiative^[21]

La Hope Initiative sorgeix a partir de les conclusions de la 4a conferència anual sobre les TIC a l'Àfrica, celebrada l'any 2012, on es fa palès que és el moment que el continent africà comenci a adoptar software de caràcter lliure per a fer les TIC accessibles com a suport per al desenvolupament i ajudar a construir un futur sostenible.

La UNESCO va llançar a finals de 2012 l'Hydro Open-source software Platform of Experts (HOPE) Initiative, que reuneix experts per ajudar autoritats, investigadors i professors africans a elaborar models de gestió de l'aigua. L'objectiu d'aquesta plataforma d'experts és estimular la cooperació en recerca per al desenvolupament en software lliure. El projecte HOPE uneix, doncs, recerca científica concreta i de qualitat amb esforços multidisciplinaris a favor de la sostenibilitat global basada en evidències científiques.

Des de l'any 2013 s'han realitzat simposis i trobades bianuals. Algunes de les investigacions presentades versaven sobre la necessitat d'impulsar ajuts a start-ups o petits projectes dedicats a noves iniciatives Open Source en el sector de l'aigua, la necessitat d'apoderar el sector privat i fer-lo partícip de la cooperació per al desenvolupament, o el suport a l'expansió d'una xarxa de desenvolupament entorn de l'aigua i la connexió d'aquests recursos amb la població que els necessita mitjançant eines comunicatives com ara mitjans de comunicació o xarxes.

La HOPE Initiative col·labora amb el Projecte FREEWAT^[22], per les seves semblances més que evidents. Aquest darrer és un projecte "Horitzó 2020" de la Unió Europea, que se centra en l'elaboració d'una plataforma de software lliure per a modelar i simular la quantitat i qualitat de l'aigua superficial i subterrània, amb la corresponent visualització i interpretació de dades químiques i geològiques i simulació del cicle de l'aigua, models de transport i de flux, models de gestió i optimització...

La versió 1.0 de la Plataforma HOPE inclou dues eines:

- L'eina STOAT^[23] és una eina de modelatge dissenyada per a simular de forma dinàmica l'eficiència dels tractaments de neteja i purificació de l'aigua. Està programada en llenguatge Fortran i pot ser utilitzada per simular processos singulars o obres més complexes, incloent tractament d'aigües residuals.
- L'eina MODFLOW^[24] és un model 3D d'aigües subterrànies per a simular i predir les condicions de

les aigües subterrànies i la seva interacció amb les aigües superficials. Pot simular sistemes compostos d'aigües subterrànies i superficials, transport de solut, flux amb variacions de densitat (aigua salada), treball amb aqüífers, gestió de l'aigua subterrània...

IV. DISCUSSIÓ: I L'ENGINYERIA FÍSICA?

L'enginyeria pot entendre's com un seguit d'eines, mètodes i tècniques molt útils per a resoldre problemes de la vida quotidiana i buscar solucions a situacions difícils.

Aquests coneixements poden aplicar-se en els exemples de projectes de cooperació que hem vist anteriorment, i en molts altres projectes de cooperació per al desenvolupament que tenen lloc arreu del món amb el mateix objectiu.

I quina és la particularitat d'un enginyer físic? Bé, podríem dir que la nota distintiva d'un enginyer físic és el seu profund coneixement de les bases teòriques de les tècniques d'enginyeria, a més d'una formació més sòlida en física bàsica i matemàtiques. Aquestes característiques li confereixen una capacitat de treballar sobre el terreny molt més gran. La capacitat d'adaptació, la creativitat i l'eficàcia de les solucions proposades són competències i habilitats bàsiques d'un enginyer físic, que són molt útils en projectes com els que hem estudiat abans.

Pel que fa a la construcció d'infraestructures, un enginyer físic pot dissenyar i planificar la forma òptima per a desenvolupar el projecte: decidir quins són els materials més adequats, estudiar el moviment de l'aigua a partir dels conceptes de mecànica de fluids, tenir en compte el tipus de sòl en què es troba i les dificultats que això pot donar a la realització in situ del projecte, proposar mecanismes de filtrat adients a les característiques de l'aigua,... i moltes altres coses, de forma creativa i eficient.

D'altra banda, pel que fa a la programació de software lliure, l'enginyer físic és capaç d'aplicar els conceptes mencionats anteriorment i d'estudiar els diferents paràmetres de l'entorn per modelitzar matemàticament la situació i ser capaç de dissenyar eines que permetin predir l'eficiència o no d'un sistema de filtratge, o la manera òptima de construir una bomba d'aigua. La vessant més matemàtica i teòrica d'un enginyer físic el capacita per aplicar els seus coneixements de física en totes les seves branques per a realitzar modelitzacions i comprendre exactament la globalitat del problema a estudiar.

La versatilitat d'un enginyer físic el fa ideal per poder desenvolupar tasques multidisciplinàries com ho requereixen aquests projectes.

V. CONCLUSIONS

El problema de l'aigua és, sens dubte, un dels més importants a què s'enfronta ara per ara la humanitat. L'accés a aigua en condicions adequades per al consum humà i a prop del lloc de residència és un dret universal que, malauradament, encara no està garantit a tot arreu.

Com a persones, ens hem de sentir interpel·lats per aquest món que necessita la col·laboració de tots i totes. Hem de lluitar per un món més just, solidari i amb igualtat d'oportunitats. Ara bé, com a enginyers físics tenim una responsabilitat afegida: hem estat educats durant anys (estudis finançats àmpliament amb fons públics) i hem rebut uns coneixements d'alt nivell i que poden ser molt útils en la vida diària. És decisió de cadascú decidir en què i com utilitza aquestes eines i coneixements. Ara bé, vist el nostre món i les injustícies i desigualtats que hi tenen lloc, crec que és necessari que aquests coneixements vagin destinats a curar alguna d'aquestes ferides que pateix, i fins i tot a deixar-lo una mica millor del que l'hem trobat. Mentre hi visquem, no ens podem desentendre dels problemes del nostre món.

Així doncs, de la mateixa manera que el jurament hipocràtic dels metges els compromet a posar els seus coneixements al servei de tot aquell qui ho necessiti les 24 hores del dia cada dia de l'any, també els enginyers físics hauríem de prendre el mateix compromís. El compromís de col·laborar, donar suport i posar els nostres coneixements al servei dels qui més ho necessiten.

BIBLIOGRAFIA

- [1] P. Martínez-Santos, "Does 91% of the world's population really have "sustainable access to safe drinking water"?" *International Journal of Water Resources Development*, 2017/03/20, published online, doi: 10.1080/07900627.2017.1298517
- [2] United Nations. "Resolution A/RES/64/292" UN General Assembly. July 2010. http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292
- [3] UN Sustainable Development Goals page. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>
- [4] United Nations. "Resolution A/RES/70/1" UN General Assembly. September 2015. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1
- [5] UN Millenium Goals page. <https://www.un.org/millenniumgoals/>
- [6] United Nations. "The millenium development goals report" NY, 2015. http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20%28July%201%29.pdf
- [7] A. Shaheed et al., "Why 'improved' water sources are not always safe." *Bulletin of the World Health Organization*, 92, 283-289. (2014a) doi:10.2471/BLT.13.119594
- [8] W.L. En and G.L. Gan, "Factors associated with use of improved water sources and sanitation among rural primary schoolchildren in Pursat Province, Cambodia." *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 42, 1022-1031 (2011).
- [9] K. Nganyanyuka et al., "Accessing water services in Dar es Salaam: Are we counting what counts?" *Habitat International* 44, 358-366. (2014) doi:10.1016/j.habitatint.2014.07.003
- [10] G. Howard & J. Bartram, "Domestic water quantity, service, level and Health (Technical report)" *World Health Organization* (2003).
- [11] The Sphere Handbook (2011) <http://www.spherehandbook.org/en/water-supply-standard-1-access-and-water-quantity/>
- [12] "Guidance manual on water supply and sanitation programmes". Water and Environmental Health at London and Loughborough. (1998) Table 2.7.2, pp.177 http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/DFID%201998%20Guidance%20manual%20on%20water%20supply%20and%20sanitation%20programmes.pdf
- [13] "The right to water. Fact sheet no.35." United Nations Human Rights, World Health Organization and UN Habitat (2010) pp.9-10 <http://www.ohchr.org/documents/publications/factsheet35en.pdf>
- [14] "Houses, household amenities and assets. Drinking water. Census of India (2011)". Government of India (2012). pp.13 http://www.censusindia.gov.in/2011-Common/NSDI/Houses_Household.pdf
- [15] J.P. Graham et al., "An Analysis of Water Collection Labor among Women and Children in 24 Sub-Saharan African Countries" *PLoS ONE* 11(6) (2016) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155981>
- [16] B.L. Ngyren et al., "The relationship between distance to water source and moderate-to-severe diarrhea in the global enterics multi-center study in Kenya." *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 94, 1143-1149 (2016) doi:10.4269/ajtmh.15-0393
- [17] IEEE webpage https://www.ieee.org/about/vision_mission.html
- [18] The Water Project <https://thewaterproject.org>
- [19] Kwa Mutunga New Well Project. (The Water Project) <https://thewaterproject.org/community/projects/kenya/new-well-project-4494>
- [20] Ekarakaveni II-Androsi Community. (The Water Project) <https://thewaterproject.org/community/projects/uganda/new-well-project-6076>
- [21] HOPE Initiative <http://www.hope-initiative.net>
- [22] FREEWAT <http://www.freewat.eu>
- [23] STOAT. Developed by the Water Research Centre. <http://www.wrcplc.co.uk/ps-stoat>
- [24] MODFLOW. Developed by the United States Geological Survey. <https://water.usgs.gov/ogw/modflow/>

Erradicar el Hambre en el Mundo

Maddi Martinez Amundarain

Introducción

El Programa Mundial de Alimentos (PMA) asegura que hoy en día hay 925 millones de personas desnutridas en el mundo. Para solucionar un problema es imprescindible conocer la causa de ello, sino, difícilmente lo resolveremos. Entre las principales causas del hambre están los desastres naturales, los conflictos de la pobreza, la falta de infraestructura agrícola y la sobreexplotación del medio ambiente. El aumento de los precios de los alimentos en el mercado internacional ha sido la principal causa de este incremento, pero las causas que provocan el hambre son numerosas y complejas; políticas comerciales injustas, pobreza, falta de acceso a agua potable, desastres naturales, violencia y conflictos armados, pandemias y etc.

Programas contra el Hambre

Existen programas que intentan combatir con este problema como la asociación 'el Programa Mundial de Alimentos', que es una organización

bastante importante y con muchos miembros en el mundo. Esta organización tiene como objetivos 5 puntos que son: salvar vidas y proteger los medios de alimentación en emergencias, prevenir el hambre aguda e invertir en medidas de preparación para casos de catástrofe y de moderación de sus efectos, reconstruir las comunidades y restablecer los medios de alimentación después de un conflicto o una catástrofe o en situaciones de transición, reducir el hambre crónica y la desnutrición, fortalecer la capacidad de los países para reducir el hambre. Durante el siglo XXI ha habido muchas iniciativas contra el hambre:

- En el 2005, durante la Cumbre Latinoamericana sobre Hambre Crónica (Guatemala, septiembre de 2005), nació la Iniciativa América Latina y Caribe sin Hambre, un compromiso de los países por erradicar el hambre. Tras ser lanzada, FAO, con el respaldo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).
- El 24 de agosto de 2006, se celebró la Cumbre mundial contra el hambre, liderada por los gobiernos de Brasil, Chile, España y Francia en la que mandatarios de 113 países firmaron

una declaración contra el hambre en el mundo.

- En el 2010 la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) lanzó el proyecto 1billionhungry el cual busca presionar a los Gobiernos para que se ocupen del tema del hambre.
- Para el 2010, la asociación antes mencionada, el Programa Mundial de Alimentos (PMA) también lanzó una iniciativa bajo el nombre de Transferencias de efectivo y cupones para alimentos. Con esta herramienta, el PMA está beneficiando a las personas vulnerables en lugares donde los mercados tienen alimentos disponibles pero la población carece de dinero para pagarlos. Actualmente los países que se han visto beneficiados por esta iniciativa del PMA son Afganistán, Haití, Birmania, Nepal, Pakistán, Filipinas, Siria, Zambia y otros 17 países más.
- El 11 de octubre de 2010, se calculó que el número de gente mal alimentada en el mundo es más de mil millones de personas, siendo 7 mil millones de habitantes en el mundo.
- Además, durante el 2011 el PMA lanzó dos iniciativas en Internet para luchar

contra el hambre. La primera, Wefeedback es una comunidad donde las personas que participan comparten comida y salvan vidas. También, durante este año el PMA lanzó FreeRice, un juego de vocabulario en el cual por cada respuesta correcta que los jugadores obtengan se donarán 10 gramos de arroz a las personas con hambre.

No obstante, la solución no es tan simple, únicamente con la iniciativa de las organizaciones no lograremos erradicar el hambre, todos debemos aportar nuestro grano de arena.

Hambre Cero

El Reto del Hambre Cero significa: Que todos los sistemas alimentarios sean sostenibles, aumentar un 100% la productividad y el ingreso de los pequeños productores, cero desperdicio de alimentos y pérdidas post-cosecha, que el 100% de las personas tengan acceso a una alimentación adecuada, durante todo el año, cero retraso en el crecimiento en niños y niñas menores de dos años. Si consiguiésemos que el hambre desapareciera totalmente, esto conllevaría:

- Salvar las vidas de 3,1 millones de niños al año.

- Madres bien alimentadas tendrían hijos más sanos con sistemas inmunes más fuertes.
- Acabar con la desnutrición infantil podría incrementar el PIB de los países en vías de desarrollo un 16,5%. Un dólar invertido en la prevención del hambre podría generar de vuelta entre 15 y 139 dólares en beneficios.
- Una nutrición adecuada en las primeras etapas del desarrollo podría significar un 46% más de ingresos durante la vida.
- Eliminar el déficit de hierro en la población podría incrementar la productividad laboral un 20%.
- Acabar con la mortalidad infantil relacionada con la nutrición podría incrementar la mano de obra en un 9,4%.

El hambre cero puede ayudar a construir un mundo más seguro y próspero para todos.

Superpoblación

La superpoblación proviene de la superación por una especie animal de los límites de sostenibilidad del biotopo que habita. Esto es, una especie demanda más alimento, produce más residuos y exige más espacio del que el biotopo puede darle o aceptar sin sacrificar el futuro de otras especies

que habitan en él. La superpoblación no es tanto una cuestión de espacio, como de limitación de recursos, y sobre todo, como consecuencia directa, de extinción de las especies que cohabitan la región superpoblada con la especie humana. Se estima que cerca de un 99,9% de todas las especies que han surgido en el planeta se han extinguido por una u otra causa, además de que sin estas extinciones la especie humana nunca hubiera llegado a ocupar todos los ecosistemas terrestres del planeta.

El concepto de superpoblación se basa en el principio de que todo territorio tiene una determinada capacidad de carga, la que viene determinada por la cantidad de recursos disponibles, y por la tasa de renovación de estos. La población de cualquier especie alcanzará su nivel óptimo cuando ésta sea igual a la capacidad de carga. Si la población aumenta sobre la capacidad de carga, habrá sobrepoblación, y por consiguiente los recursos (especialmente los alimentos) no alcanzarán para todos los habitantes de la población, produciéndose la muerte por la falta de estos.

Aún no hemos llegado a la capacidad de carga, esto significa que si administramos bien la comida, cosa que actualmente no hacemos, habrá para todos. Sin embargo, si no queremos que en un futuro la tierra esté superpoblada, y por lo tanto

aún más gente muera de hambre y estallen más guerras por los recursos primarios, tendremos que prevenir. Algunas de las soluciones serían impulsar la adopción, resolviendo así otros problemas como la alta cantidad de huérfanos, o facilitar la información sobre los anticonceptivos y estos mismos en el tercer mundo.

Alimentación Sostenible

Se estima que, si no tomamos precauciones, es decir, si la evolución de la población persiste con el curso que ha seguido hasta ahora, sobre 2050, la población mundial alcanzará los 9.000 millones de habitantes, lo que significa que habrá 2.000 millones más de personas que deben alimentarse. No obstante, los actuales recursos y la producción de hoy en día no serán capaces de responder a esta demanda, por lo que hay que adoptar medidas desde ahora y una de ellas es reducir el consumo de carne. Por ello, expertos de la universidad de Oulu, Finlandia, han realizado un estudio cuya conclusión más interesante es que si comemos menos carne el consumo global de agua también disminuirá, con lo que se asegurarán recursos hídricos sobre todo en zonas áridas que tienen problemas para acceder a este elemento natural. Según sus investigaciones, la producción de alimentos cárnicos requiere más cantidad de agua que los alimentos agrícolas. En cifras, el estudio

concluye que comer menos carne facilitaría reducir un 21% el consumo de agua de lluvia a nivel global y un 14% el agua de riego, relacionado con una menor demanda de tierras de cultivo que cuidar para que los animales vivan en condiciones.

Un cambio radical a una dieta basada en vegetales podría garantizar el suministro de alimentos para 1.800.000 millones de personas sin necesidad de que los recursos hídricos se incrementaran, con lo que se solucionaría en gran parte el problema que desde ahora se ha detectado y que se presentará en toda su plenitud alrededor del año 2050. Por este motivo, la reducción en nuestras dietas de alimentos cárnicos debería ser una de las principales medidas a adoptar para hacer frente al reto de alimentar al mundo dentro de cuatro décadas.

Junto con esta norma, existen otras recomendaciones que evitarían el problema mayor que es la escasez de agua en el mundo, como la reducción del desperdicio de alimentos y la mejor gestión de los residuos que se generan en la cadena alimentaria.

Así, recientemente la FAO ya ha alertado de la insostenibilidad de desperdiciar enormes cantidades de comida, que cifra en hasta un tercio

de la producción agrícola total. Según sus documentos, si las pérdidas y desperdicios alimentarios se redujeran a la mitad no sería necesario incrementar entre un 60% y un 70% la producción, tal y como se establece actualmente. Con esta medida tan solo sería necesario un incremento del 25% que, junto con un menor consumo de carne, aliviaría en gran parte la escasez de agua y alimentos prevista para 2050.

Ingeniería y el hambre

En muchos campos de la sostenibilidad podemos hacer grandes mejoras con la tecnología, pero en cuanto se refiere al hambre, no es suficiente, los puntos mencionados anteriormente son muy importantes, pero eso no significa que no podamos utilizar la ingeniería para disminuir la cantidad de muertes por hambre.

Deberíamos optimizar mecanismos y sistemas para el tratamiento posterior a la cosecha de frutas, hortalizas, granos, semillas y flores, etc. Como son conservación, lavado, tratamiento, secado en granos y cereales, empaque, transporte y comercialización, así como el diseño, escogencia de la maquinaria y los métodos utilizados en dichos sistemas, basados en los principios de termodinámica, transferencia de calor y mecánica de fluidos. Igualmente, diseñar y construir

sistemas de riego, drenaje, acueducto y alcantarillado para cultivos y zonas rurales, así como también selección de materiales como tuberías, aditivos, bombas, mangueras, materiales de construcción, etc. El diseño e implementación de modelos matemáticos para la evaluación de diversos casos que suelen presentarse en cuencas, ríos, canales, reservorios y demás fuentes hídricas, basados a los principios de Hidráulica, Hidrología, Meteorología, Estadística y demás ciencias. También enfatizar en el diseño y posterior construcción y selección de maquinaria y equipos para uso en el sector industrial y agropecuario como tractores, arados, cosechadoras, autocargadores, etc. Así como sus partes y elementos con el fin de optimizar los procesos productivos, comerciales del campo y guiados siempre de conceptos de estática, resistencia de materiales, electricidad, electrónica y neumática.

Considero asimismo muy importante resaltar la educación en los países subdesarrollados, para que ellos mismos sean capaces de desarrollar su agricultura.

Bibliografía

http://www.ongdeuskadi.org/files/DocumentoODM17-10-07_eusk.pdf

<http://goiena.eus/debagoiena/1386608947089>

<http://www.eurosur.org/futuro/fut53.htm>

http://www.huffingtonpost.es/2014/10/16/hambre-mundo-datos_n_5994488.html

http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/06/130618_salud_mortalidad_infantil_estadistica_gtg

<https://es.wikipedia.org>

http://elpais.com/elpais/2016/06/28/planeta_futuro/1467114930_200483.html

<http://www.oxfamintermon.org/es/campanas-educacion/noticia/acabar-con-hambre-esta-al-alcance-de-nuestras-manos>

<https://www.grandesmedios.com/erradicar-el-hambre-en-el-mundo-un-reto-realizable/>

<http://www.efesalud.com/noticias/cada-dia-mueren-10-000-ninos-por-desnutricion/>

<http://guiagastronomika.diariovasco.com/noticias/carne-sostenible-201411041129.php>

El meu granet de sorra per a una energia neta i assequible

Núria Masclans Serrat, Universitat Politècnica de Catalunya

Abstract—L'article introdueix el setè dels Objectius pel Desenvolupament Sostenible (SDG7): assegurar l'accés a una energia assequible, fiable, sostenible i moderna a tothom. A continuació, analitza la situació actual i proposa els camps d'actuació d'un enginyer o enginyera físic.

I. INTRODUCCIÓ

És una realitat que l'accés a energia moderna és un gran al·licient pel benestar de les persones. Per exemple, està estretament relacionat amb l'aprovisionament d'aigua neta, la sanitat, la depuració de l'aigua, la calefacció, la cuina, la il·luminació, l'energia mecànica, el transport, la comunicació, la seguretat, l'educació, agricultura i molts altres àmbits. Per aquest motiu no és tolerable que, al 2014, 1.2 bilions de persones (el 16% de la població mundial) no tinguessin accés a l'electricitat i que 2.7 bilions (38% de la població mundial) cuinessin amb biomassa tradicional (fet que va causar la mort prematura de 3.5 milions d'habitants en un any degut a la contaminació de l'aire en espais tancats) [2]. A més, la producció, distribució i consum d'energia és responsable del 60% de les emissions de gasos de l'Efecte Hivernacle [3]. És l'objectiu d'aquest article analitzar les problemàtiques que tracta el 7è Objectiu pel Desenvolupament Sostenible, referent a l'accés universal d'energia assequible i neta, així com les possibilitats d'actuació no només dels governs i de les grans empreses sinó també dels enginyers i enginyeres físics.

II. OBJECTIUS PEL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE (SDG)

L'Assemblea General de les Nacions Unides va posar en vigor el Passat 1 de gener de 2016 els 17 Objectius pel Desenvolupament Sostenible (SDGs, *Sustainable Development Goals*) [1]. Els SDGs assenyalen els reptes i necessitats mundials prioritàries del desenvolupament econòmic, social i mediambiental sostenible. Les Nacions Unides han fixat el 2030 per fer realitat els objectius esmentats i, mitjançant la col·laboració entre tots els països, acabar amb la pobresa, les desigualtats i els conflictes, protegir el planeta i assegurar el benestar de tots els seus habitants en l'actualitat i a llarg termini.

III. ENERGIA NETA I ASSEQUIBLE (SDG7)

L'objectiu número 7 dels Objectius pel Desenvolupament Sostenible consisteix en assegurar l'accés a una energia accessible, fiable, sostenible i moderna a tothom. Assequible perquè tothom hi tingui accés, no només aquells amb una renda més alta. Fiable perquè només amb la seguretat d'un subministrament d'energia continu (no intermitent) i amb la potència necessària es pot assegurar el bon funcionament de negocis i maquinària per al desenvolupament. Sostenible perquè actualment la major part de l'energia consumida al món prové dels combustibles fòssils com el carbó, el gas o el petroli, la combustió i extracció dels quals produeix grans quantitats de gasos d'efecte hivernacle que contribueixen en gran mesura al canvi climàtic, així com a la salut dels habitants. A més, el fet de ser combustibles no renovables posa en perill el subministrament a llarg termini, quan les reserves d'aquests productes siguin tan reduïdes que no puguin satisfer la demanda d'energia del moment. Podem dir que l'energia és moderna quan podem es pot assegurar la seva assequibilitat, fiabilitat i sostenibilitat.

IV. SITUACIÓ ACTUAL

Si volem que al 2030 tothom tingui accés a una energia d'aquestes característiques, hem d'avaluar la situació actual en referència a àmbits tan importants com el grau d'electrificació (accés a electricitat), l'accés a cuina neta, l'eficiència de l'energia i l'ús d'energies renovables. Les dades i figures d'aquest apartat daten del 2014 i són extretes de la referència [4].

A. Electrificación

El 2014 només el 85.3% de la població mundial tenia accés a l'electricitat, i es preveu que la xifra augmenti fins el 91% al 2030, lluny de l'objectiu del 100%. Ara bé, l'accés a l'electricitat és molt desequilibrat al llarg del planeta. Mentre que Europa, Nord Amèrica i Àsia central ja han aconseguit el 100% d'accés a l'electricitat i Amèrica del Sud s'hi acostava molt (menys Haití, amb una ràtio del 38%), la regió d'Àsia-Pacífic i la regió Àrab tenen el 90% d'electrificació (amb excepció del 45% d'electrificació al Sudan) i, a molta distància, a Àfrica

Paper entregat el dia 21 d'abril del 2017

Autora: Núria Masclans Serrat, estudiant del grau d'Enginyeria Física,
Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.
(nuriamasclansserrat@gmail.com)

només el 37% dels habitants tenen accés a l'electricitat. Gran és l'abisme entre el 96% de població amb accés a l'electricitat a les zones urbanes i el 73% en les rurals. És clar que s'estan fent esforços per disminuir aquestes xifres, però el ràpid creixement de la població especialment en països en desenvolupament fa disminuir les estadístiques. En xifres, a Àfrica (excloent Nord Àfrica) entre el 2012 i el 2014 19 milions de persones van aconseguir l'accés a l'electricitat anualment, però hi va haver un increment anual de la població total de 25 milions de persones.

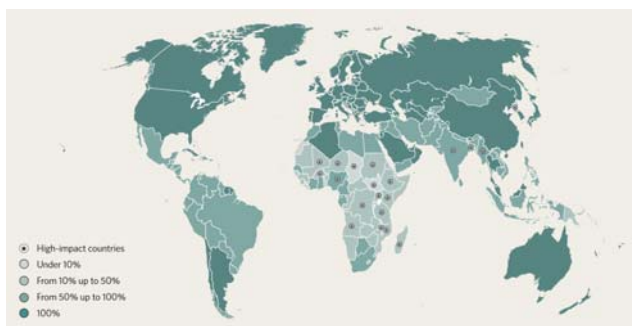


Fig. 1. Accés a l'electricitat, 2014.

Com s'observa en la figura següent, per desgràcia l'accés a l'electricitat es pot assegurar només en aquells països amb un elevat producte interior brut (GDP, Gross domestic product):

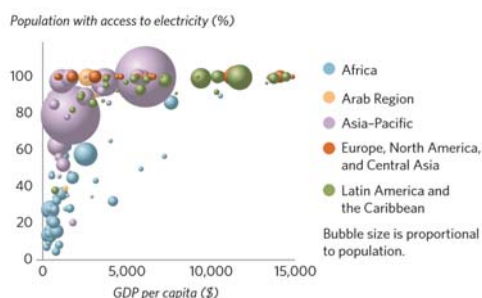


Fig. 2. Diferències regionals en l'accés d'electricitat al 2014 segons el nivell de GDP del país. La mida de les bombolles és proporcional a la població de cada país.

B. Accés a cuina neta

El 2014, 2.7 bilions de persones cuinaven amb biomassa tradicional (en cuines de llenya o estufes). L'acumulació de monòxid de carboni a les cuines era tan important que en un any va causar 3.5 milions de morts prematures, majoritàriament dones i infants. Un problema de salut mundial tan greu requereix una actuació ràpida i eficient com canviar la biomassa tradicional per fuels més nets, generalment el gas líquid del petroli (GLP) o biomassa tractada i cuines més avançades tecnològicament que cremin la biomassa d'una manera més neta i eficient. Tot i això, el GLP no és una alternativa sostenible, i la biomassa sol derivar en desforestacions massives en els països en desenvolupament. Per tant, l'objectiu de millora és desenvolupar una cuina assequible i fiable que treballi amb energies renovables o un consum estudiat i responsable de biomassa. Històricament s'ha donat més importància a

l'electrificació que a la cuina neta, motiu pel qual a la regió d'Àsia-Pacífic només el 51% de la població hi té accés, i a l'Àfrica (excloent Nord Àfrica) el percentatge cau fins el 12%. En els països de renda baixa i mitja, el subministrament de combustibles i la instal·lació de cuines tecnològicament més avançades i netes és més car en les zones rurals, a més que en aquestes zones el poder econòmic de la població és menor. Per aquest motiu, encara hi ha una gran diferència en l'accés a la cuina neta entre zones rurals (22% de la població hi té accés) i zones urbanes (72%) de països de renda baixa i mitja.



Fig. 3. Accés a cuina neta, 2014

En comparació amb la Figura 2, l'accés a cuina neta requereix un producte interior brut major que l'accés a electricitat.

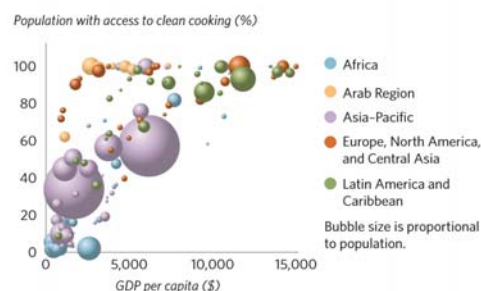


Fig. 4. Diferències regionals en l'accés a cuina neta, 2014

C. Eficiència energètica

La intensitat energètica és la mesura de l'eficiència energètica, i mesura les unitats d'energia necessàries per augmentar una unitat el producte interior brut (unitats d'energia per GDP). Per tant, augmentar l'eficiència energètica es tradueix en fer disminuir la intensitat energètica, és a dir, obtenir un major valor econòmic per cada unitat d'energia consumida. Si per exemple la nostra maquinària és més eficient, la producció i per tant el valor econòmic de l'empresa augmentarà, o, vist des d'una altra perspectiva, el consum d'energia disminuirà per aconseguir la mateixa producció (major eficiència energètica). En conclusió, l'augment d'eficiència energètica (o disminució d'intensitat energètica) és desitjable perquè deriva en una reducció de la demanda energètica, i per tant en una reducció dels costos econòmics i mediambientals de la seva producció, i en un augment de l'accessibilitat energètica dels habitatges.

La intensitat energètica primària és la mesura de la quantitat necessària d'energia per produir un benefici d'un dòlar. Aleshores, la intensitat energètica és la relació entre la intensitat

energètica primària (MJ/2011 U.S. dollars) i el producte interior brut (2011 U.S. dollars). El 2014, la mitjana global d'intensitat energètica primària era de 5.5 MJ/2011 U.S. dollars, però l'objectiu pel 2030 és reduir-la fins a 3.4 MJ/2011 U.S. dollars. Reduir-la depèn dels sectors que més energia consumeixen: la indústria, l'habitatge i el transport, i, en menor grau, dels sectors productors d'energia. Per tant, la innovació i els avanços tecnològics són necessaris per augmentar el rendiment de tots aquells sistemes productors i consumidors d'energia. Per exemple, la indústria de producció d'energia és alhora un gran i no gens eficient consumidor d'energia, ja que pateix grans pèrdues d'energia tèrmica així com altres pèrdues durant la distribució de l'energia. Com a cas particular, el rendiment de les plantes de producció d'energia a partir del gas natural és només del 45%, i el segueixen unes pèrdues del 9% en la distribució de l'energia (que s'eleva al 16% en els països de renda baixa). Per tant, augmentar el rendiment d'aquestes plantes i reduir les pèrdues de la distribució d'energia és un dels molts camps en què treballar. D'aquesta manera, augmentarem l'eficiència energètica i reduïrem per tant el consum de, en aquest cas, gas natural (amb tots els danys al medi ambient que implica extreure'l). Evidentment, l'ideal seria augmentar en gran mesura l'eficiència de la producció d'energia a partir de fonts renovables de manera que es pugui satisfer la demanda d'energia de la societat actual i futura i conseqüentment abandonar les fonts d'energia no renovables, contaminants i poc segures.

Finalment, podem afegir que, igual que passava amb l'electrificació i la cuina neta, les xifres d'intensitat energètica primària varien depenent del país i continent.

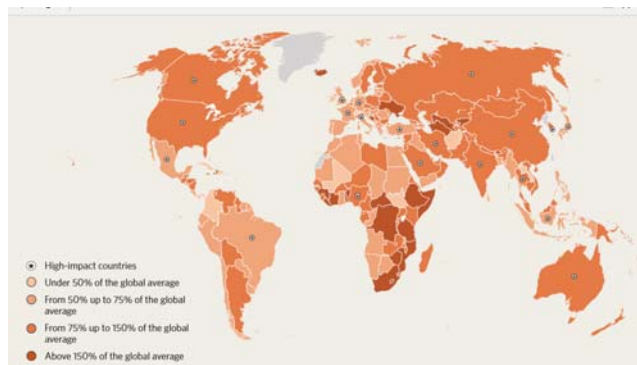


Fig. 5. Intensitat d'energia primària, 2014. Relació entre la intensitat d'energia primària de cada país i la mitjana global de 5.5 MJ/2011 U.S. dollars.

D. Energia renovable

És sabut que les energies renovables són l'alternativa sostenible a la producció d'energia, en contraposició amb les energies no renovables com el petroli, el gas natural, el carbó o l'energia nuclear. Els desavantatges de les energies no renovables són in comptables: generen una gran quantitat de gasos d'efecte hivernacle durant la seva distribució, extracció, refinament i transformació en energia mecànica, calorífica i elèctrica, destrossen paratges naturals per a la seva extracció (mineria), posen en risc el medi ambient durant la seva utilització i transport (vessaments de petroli, accidents nuclears), produeixen

molts productes de rebuig (refinament del petroli, urani radioactiu),... És clar que les energies renovables són de llarg més preferibles des d'un aspecte mediambiental i de benestar dels habitants, però, malgrat tot, les energies no renovables continuen sent majoritàries en el mix energètic global.

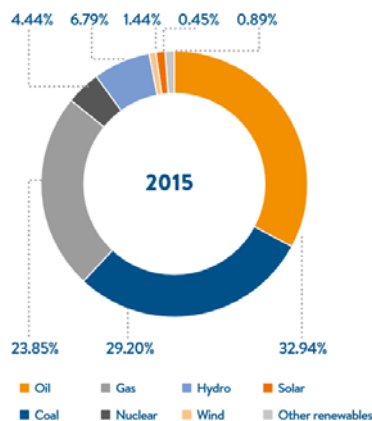


Fig. 6. Comparació del consum d'energia primària. [5]

És responsabilitat de tots nosaltres, com a enginyers i com a habitants del planeta Terra, fer pressió per acabar amb l'immobilisme de les energies no renovables i impulsar la inversió en renovables, tant en la creació de noves instal·lacions com en la recerca i investigació de nous mètodes de generació d'energia. La investigació i experimentació són les vies per fer de les energies renovables una font de generació d'energia rendible, sostenible, barata i per tant desitjable en front de les energies no renovables.

V. ELECTRIFICACIÓ DE ZONES RURALS AMB ENERGIES RENOVABLES

En aquest article ens centrarem en l'urgent repte de proporcionar i millorar l'accés a energia moderna de zones rurals de països en desenvolupament, i en especial en els sistemes que es basen en energies renovables. La informació ha estat extreta de les referències [6,9,10]

A causa de la millora de la tecnologia de producció d'energia, els principals projectes d'electrificació dels països en desenvolupament es basaven en augmentar la zona de distribució de la xarxa elèctrica, trobant-se amb problemàtiques com una població dispersa i un baix poder econòmic. Aquests problemes són molt notables en les zones rurals, aïllades o de difícil accés en alguns casos, on fer arribar la xarxa elèctrica té un cost econòmic molt elevat.

Depenent de la comunitat, el seu poder econòmic i la zona en què es troba es poden dur a terme dos tipus de projectes: la construcció d'una mini-xarxa (*mini-grid*) de la comunitat o la implementació de diferents sistemes de generació d'energia elèctrica desconnectats de la xarxa (*off-grid*). Els sistemes *off-grid* proporcionen electricitat a un habitatge en particular, i es solen basar en un únic tipus de generació d'energia. En són exemples renovables les plaques fotovoltaïques familiars, les petites turbines eòliques o els petits sistemes hidroelèctrics, tots ells adaptats per proporcionar energia per a una família o edifici. En canvi, les *mini-grid* ofereixen un abast de tota la

comunitat, i sovint combinen diferents tipus de fonts d'energia per augmentar la fiabilitat de l'accés a l'energia.

VI. MINI-XARXES RENOVABLES

Típicament, la producció d'energia de les mini-xarxes depenia exclusivament de combustibles fòssils (la majoria funcionen únicament amb dièsel), costosos, no renovables, perjudicials pel medi ambient i causants d'una producció intermitent poc fiable. Els nous avanços tecnològics estan canviant les bases d'aquests sistemes. El futur de les mini-xarxes és el de proporcionar més energia renovable amb major fiabilitat, menor cost i menor impacte mediambiental a comunitats rurals aïllades sense accés a energia moderna. Ja en l'actualitat s'està començant a instal·lar les anomenades mini-xarxes renovables. La seva major productivitat si es comparen amb sistemes *off-grid* com les plaques solars familiars permeten donar un ús a l'energia que va més enllà de l'enllumenat. També són una bona alternativa per comunitats i indústries que ja estan connectades a la xarxa elèctrica, però el suport de la mini-xarxa els proporciona un accés a l'energia més fiable i net, més econòmic a llarg termini i amb capacitat de proporcionar més energia. Ens centrarem en les mini-xarxes renovables per tal de complir amb l'objectiu de sostenibilitat del SDG7. Malgrat que sovint les anomenades mini-xarxes renovables contenen també una part d'energia provinent de fonts no renovables (per tal d'augmentar la fiabilitat i potencia del subministrament), la participació de les fonts renovables en la producció total d'energia és molt important. Finalment, la meta és aconseguir mini-xarxes 100% renovables, i els enginyers i enginyeres físics poden fer una gran col·laboració en la recerca de noves tècniques de producció renovables i en la millora l'eficiència de les actuals per tal d'aconseguir-ho.

A. Parts d'una mini-xarxa

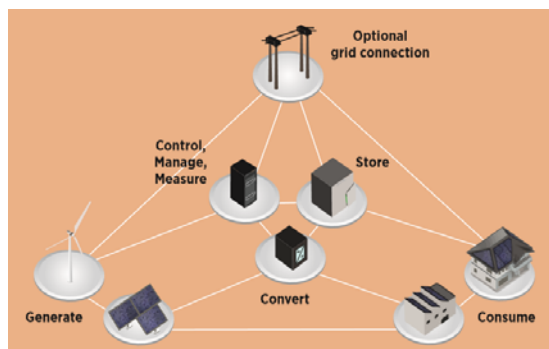


Fig. 7. Parts d'una mini-xarxa renovable [6]

Les funcionalitats principals d'una mini-xarxa són generar i emmagatzemar energia i controlar, gestionar i mesurar-ne el consum (equipament CMM). Una bona planificació i disseny són claus per connectar de manera eficient les principals parts de la mini-xarxa. A més, també és necessària per escollir els sistemes de generació d'energia més rentables i que més s'adaptin a les necessitats de la comunitat i a la seva capacitat de mantenir-los operatius.

B. Tipus de mini-xarxes renovables

Les mini-xarxes renovables es poden classificar segons la seva independència respecte la xarxa principal i segons el grau d'energia que proporcionen.

1. AB (*Autonomous Basic service*): són mini-xarxes autònomes (no connectades a la xarxa principal) que donen un servei de menys de 24 hores i tenen una capacitat d'emmagatzemar energia força limitada. Les fonts d'energia principals són típicament plaques fotovoltaïques, petits sistemes hidroelèctrics i de biomassa i dièsel com a suport. Són pròpies de comunitats aïllades, de baix poder econòmic i amb activitat comercial i industrial.
2. AF (*Autonomous Full service*): funcionen de manera similar a les AB, però tenen una major capacitat d'emmagatzemar i produir energia, i ofereixen un servei de 24 hores. Són més cares que les AB, i normalment abasteixen a més consumidors.
3. IC (*Interconnected Community application*): connectades a la xarxa principal, la complementen amb la producció d'energia solar, eòlica i provinent de la biomassa o del biogàs per tal d'assegurar el 100% de fiabilitat. Són ròpies de grans comunitats com universitats, serveis de comunicació o hospitals, on interrupcions en el subministrament d'energia serien crítiques.
4. ILI (*Interconnected Large Industrial application*): similars a les IC, proporcionen una producció i fiabilitat encara majors. Són pròpies d'indústries de manufactura o centres de dades on la fiabilitat de la xarxa és clau pel bon funcionament de l'empresa. Tant les ILI com les IC són molt més comunes quan la proporció d'energies no renovables és majoritària.

VII. OPORTUNITATS PER A INNOVACIONS TECNOLÒGIQUES A LES MINI-XARXES RENOVABLES

Aquest apartat introdueix els camps de treball actuals, les innovacions tecnològiques en desenvolupament per tal de millorar l'eficiència, sostenibilitat i accessibilitat de les mini-xarxes a tots els usuaris i augmentar la presència de les energies renovables en el seu mix energètic. Aquest apartat pot servir de pluja d'idees pels enginyers i enginyeres físiques que volen investigar i contribuir en la millora de les mini-xarxes renovables.

A. Oportunitats d'innovació en el PLA I DISENY

Les innovacions en el pla i disseny del projecte permetran reduir els costos totals i simplificar la implementació de la mini-xarxa renovable. La gran necessitat actual és l'estandardització i millora d'un model que guiï el pla, el disseny i el finançament del projecte. Actualment, es requereix pel pla i disseny un especialista per cada mini-xarxa. L'objectiu és substituir-lo en les fases més inicials per programes estandarditzats per tal d'abaratir costos. Existeix un software anomenat HOMER desenvolupat per US National Renewable Energy Laboratory (NREL) i utilitzat per avaluar els dissenys de les mini-xarxes, però està en continua actualització i millora. A més una de les

vies actuals de treball és la creació d'una base de dades sobre el finançament i productivitat de les energies renovables, que serà una font d'informació molt valuosa per a la implementació de mini-xarxes renovables. Una altra necessitat actual és millorar les bases de dades eòliques i de caudal d'aigua globals. Per exemple, si es vol fer un projecte d'energia eòlica es requereix un any dedicat únicament a la presa de dades del terreny per assegurar la seva fiabilitat. Amb la base de dades esmentada això no seria necessari, fet que reduiria molt els costos del projecte. És a dir, s'han de crear eines i bases de dades per conèixer els recursos naturals i la seva productivitat sense requerir validar-les al terreny.

B. Oportunitats d'innovació en el control, gestió i mesura (CMM)

Les innovacions en el CMM donaran lloc a mini-xarxes renovables més simples i fiables.

L'àrea de control de la mini-xarxa és el cervell de les mini-xarxes, i té funcions com decidir quan començar a emmagatzemar l'energia o quan és necessari el suport del dièsel en la producció d'energia. El primer camp de treball és el de la creació de controls més intel·ligents, que augmentin la dependència en energies renovables i la fiabilitat i eficiència de la producció. Una de les vies per aconseguir-ho és desenvolupar vies de comunicació entre mini-xarxes per compartir serveis com l'emmagatzematge, la producció i la demanda d'energia segons la necessitat de cadascuna. Per exemple, si una mini-xarxa té molta demanda d'energia i una mini-xarxa propera té algun sistema de generació d'energia desactivat, aquesta comunicació permetria activar-lo i cedir l'excedent d'energia produïda. Prediccions a curt termini més exactes dels recursos naturals com el vent o l'energia solar permetrien al centre de control activar la generació d'aquestes energies quan les previsions ho indiquessin, guanyant presència de les renovables en el mix energètic de les mini-xarxes.

Per altra banda, una altra de les línies d'innovació és la del "monitoratge al núvol" (*cloud-based monitoring*), que permeten comptabilitzar l'energia consumida i el pagament dels usuaris mitjançant el seu telèfon mòbil.

C. Oportunitats d'innovació en l'emmagatzematge

Les innovacions en l'emmagatzematge donaran lloc a un ús més eficient dels recursos naturals (per exemple aprofitar aquelles hores de fort vent per emmagatzemar excedent d'energia eòlica) i a un subministrament més fiable (ja que es tindrien importants reserves d'energia).

La millora de les bateries és un repte urgent de la tecnologia. En el cas de les mini-xarxes, com en molts altres àmbits, es busquen bateries menys costoses, produïdes de materials més abundants (per abaratir costos), més robustes, que requereixin un menor manteniment, de llarga durada, que proporcionin una gran potència... Ara bé, gran part de les investigacions s'estan duent a terme amb bateries de flux (*flow* bateries) com les LIB (*liti-ion based*), bateries de flux de plom i àcid i bateries de flux basades en l'alumini, el níquel, el zinc, el magnesi, el sodi... Personalment, trobo incoherent esforçar-se tant per introduir les energies renovables en les mini-xarxes si després emmagatzemem l'energia en una de les bateries esmentades

anteriorment. Alguns dels problemes associats a aquestes bateries són la incapacitat de reciclar-les, la seva composició rica en substàncies químiques contaminants i no renovables i el gran cost energètic, social i mediambiental de l'extracció d'aquestes substàncies. Sortosament, hi ha altres projectes que trenquen els esquemes i proposen mètodes totalment diferents d'emmagatzematge d'energia. A continuació n'introduïrem uns quants:

1. Bateria de flux basada en petites molècules orgàniques: es basa en l'ús de molècules orgàniques de quinone en dissolució aquosa, molècules no tòxiques que es poden trobar en plantes com el ruibarbre. [7]
2. Fuels solars: consisteix en una substància que a l'interior de les plaques solars absorbirà l'energia solar i la transformarà en energia química, amb una possible participació d'aigua i CO₂. La recerca està lluny de comercialitzar un fuel solar, però és una via molt interessant de recerca, ja que permetria emmagatzemar l'energia en energia química en el fuel d'una manera eficient i neta. [8]
3. Diferents tipus de bateries de gran potència són actualment en procés de desenvolupament, com els elèctrodes de grafè en súper capacitadors, la bateria inercial o l'emmagatzematge d'energia magnètica per superconducció (SMES, *Superconduction Magnetic Energy Storage*). [6]

D. Oportunitats d'innovació en la generació d'energia

Les majors oportunitats d'innovació en la generació d'energia es basen en la millora dels sistemes generadors d'energia en els àmbits de l'eficiència, la reducció dels costos de manteniment, la seva construcció més barata i sostenible... Per exemple, en el cas de les plaques fotovoltaïques, la recerca està encarada en augmentar la rendibilitat, disminuir en gran mesura la quantitat d'energia gris consumida en la seva producció i augmentar la capacitat de reciclar-les un cop ha acabat la seva vida útil. Les energies renovables eficients, netes i econòmiques són el futur per a una producció basada en les renovables i el fi de la dependència dels recursos no renovables. Només amb aquest canvi del sistema podrem acostar-nos als objectius de sostenibilitat global.

VIII. CONCLUSIONS

Al llarg de l'article hem pogut comprendre que cal fer front a difícils reptes energètics. La meta és l'energia moderna assequible per a tothom, però només serà aconseguida amb un gran esforç global de tots nosaltres. Com a enginyers i enginyeres físics, el nostre paper, el nostre granet de sorra a aquest canvi mundial, és el de convertir les energies renovables en pioneres. La investigació i experimentació són les vies per aconseguir els avanços tecnològics que augmentaran la rendibilitat i productivitat dels sistemes de generació d'energia renovable, la seva durabilitat, la seva fabricació i reciclatge sostenibles, la seva bona planificació i disseny, el seu abaratiment... i quan ho aconseguim, ningú es plantejarà ja extreure energia de combustibles fòssils, poc rendibles, cars,

escassos i gens sostenibles en comparació. L'edat de pedra no va acabar perquè s'acabessin les pedres, sinó perquè es va descobrir el bronze. El nostre bronze seran unes noves plaques solars d'alta eficiència i de producció econòmica i sostenible, o unes centrals hidroelèctriques amb un rendiment molt elevat i que no destrueixin els paratges naturals, o un molí de vent assequible per tots els habitatges, econòmic, silenciós i de poc manteniment... La meta està a la nostra imaginació. Pot ser que un nou i revolucionari mètode de producció d'energia estigui esperant a la volta de la cantonada.

És cert que no tenim gaires nocions de moltes de les innovacions proposades, però sí que tenim la capacitat d'informar-nos, investigar i comprendre un tema i problemàtica concrets i des d'aquí buscar les possibles solucions. Confesso que és molt probable que oblidem molts dels teoremes apresos, però no abandonarem mai les nostres motivacions personals, la solidaritat, la perseverança, les ganes d'aprendre, la capacitat de treballar en grup, l'esforç personal, el compromís, i en resum la voluntat incansable de fer d'aquest món un món millor.

REFERÈNCIES

- [1] Ban Ki-Moon, Secretary-General United Nations (2016). Progress towards the Sustainable Development Goals. United Nations. New York. [Online]. Available: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/The%20Sustainable%20Development%20Goals%20Report%202016.pdf>
- [2] World Energy Outlook 2016. International Energy Agency. Paris, França. [Online]. Available: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyOutlook2016ExecutiveSummaryEnglish.pdf>
- [3] Affordable and clean energy: why it matters. United Nations. [Online]. Available: http://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2016/08/7_Why-it-Matters_Goal-7_CleanEnergy_2p.pdf
- [4] Global tracking framework, Progress toward Sustainable Energy, 2017. 2017 International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank and the International Energy Agency. [Online]. Available: <http://seforall.org/sites/default/files/GTF%20Executive%20Summary%202017.pdf>
- [5] World Energy Resources 2016. World Energy Council. United Kingdom. London. [Online]. Available: https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/WECJ4898_Resources_ExecSummary_290916_Final_WEB.pdf
- [6] IRENA (2016), Innovation Outlook: Renewable Mini-grids, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. [Online]. Available: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Innovation_Outlook_Minigrids_2016.pdf
- [7] Universitat de Harvard (2016). Developing organic flow batteries for energy storage. U.S. Department of energy. [Online]. Available: https://arpa-e.energy.gov/sites/default/files/documents/files/HarvardFlowBattery_OPEN2012_ExternalProjectImpactSheet_FINAL.pdf
- [8] Jim Lane (2014). Solar fuels: how close, how real?. [Online]. Available: <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2014/07/16/solar-fuels-how-close-how-real/>
- [9] GVE International. The history of mini-grid development in developing countries. Goba Village Energy Partnership. London, UK. [Online]. Available: <https://www.reeep.org/sites/default/files/Mini%20Grid%20Development%20in%20Africa.pdf>
- [10] The World Bank (2008). The Welfare Impact of Rural Electrification: A Reassessment of the Costs and Benefits. Washington DC, USA. [Online]. Available: http://siteresources.worldbank.org/EXTRURELECT/Resources/full_doc.pdf

Sostenibilidad y desarrollo

Isabel Medrano Sáinz

ABSTRACT

Las Naciones Unidas redactaron una serie de objetivos a cumplir antes de 2030; erradicar el hambre en el mundo, fue uno de ellos. La ingeniería física puede colaborar enormemente para convertir la producción de alimentos en un proceso sostenible; por ejemplo, mediante el uso de los Sistemas de Información Geográficos, que emplean los datos sobre el terreno para mejorar la productividad y disminuir el coste de la producción, haciendo que los alimentos sean más accesibles para todos.

I. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Las Naciones Unidas aprobaron, en agosto de 2015, un documento titulado *“Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”*, en el que reconocían que el mayor desafío que se plantea actualmente en el mundo es erradicar la pobreza, requisito necesario para el desarrollo sostenible. Su compromiso busca eliminar la pobreza y el hambre, gestionar de forma sostenible los recursos y garantizar una vida próspera y plena para todas las personas, en sociedades pacíficas, justas e inclusivas. Se trata, así, de una decisión histórica para la búsqueda conjunta del desarrollo sostenible, en tres dimensiones: económica, social y ambiental.

En nuestro mundo actual, existen desigualdades de oportunidades, riqueza y poder, que conllevan riesgos de salud, conflictos, extremismos, terrorismos, crisis humanitarias... Pero también vivimos en un mundo en el que hay multitud de oportunidades para hacer frente a estos problemas: en los últimos años ha habido aumentos del acceso a la educación, y el desarrollo de las tecnologías de la comunicación y la innovación científico-tecnológica pueden acelerar el progreso humano.

Pero para la realización de este proyecto, se necesita una *“Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible”* revitalizada, que trabaje con espíritu de solidaridad y compromiso social, lo que supone una movilización de recursos financieros, así como la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales a países en vías de desarrollo.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo
2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible
3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades
4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante la vida de todos
5. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas
6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos
7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos
8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo, sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos
9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación
10. Reducir la desigualdad en y entre países
11. Lograr que las ciudades y asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles
12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos
14. Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible
15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles
17. Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible

II. HAMBRE CERO Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Una de cada nueve personas en el mundo no dispone de alimentos suficientes; la mayoría, pertenece a países en desarrollo. Esta proporción aumenta hasta dos tercios en el continente asiático, y en la zona de Asia Meridional, más de 280 millones de personas están desnutridas. África es otro de los lugares más afectados. En el África subsahariana, la desnutrición es casi del 23 %.

El sector infantil de la población se ve ampliamente afectado también: la nutrición deficiente supone casi la mitad de las muertes en menores de 5 años, un tercio de los niños de los países en desarrollo padece retraso de crecimiento y 66 millones de niños en edad de escolarización primaria acuden a clase hambrientos.

Además, la agricultura es la forma de vida del 40 % de la población y la principal fuente de ingresos de hogares rurales pobres. Sin embargo, 1.4 millones de personas no tienen acceso a electricidad. La pobreza energética supone un gran obstáculo para la reducción del hambre y el aumento de la seguridad de los alimentos.

Así, las Naciones Unidas fijan como objetivo *“Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”*, mediante el planteamiento de una serie de metas a alcanzar antes del 2030:

- Poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año.
- Poner fin a toda forma de malnutrición, prestando atención al retraso del crecimiento y emancipación en los menores de 5 años, las necesidades nutricionales de adolescentes, embarazadas, lactantes y mayores.
- Duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los pequeños productores, en particular, mujeres, indígenas, agricultores familiares, pastores y pescadores.
- Garantizar que los sistemas de producción sean sostenibles, así como aplicar prácticas agrícolas que mantengan los ecosistemas, se adapten al cambio climático, sequías e inundaciones y mejoren la calidad del suelo.
- Mantener la diversidad genética (gestión y diversificación de bancos de semillas y plantas) y promover el acceso a los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.
- Aumento de las inversiones, eliminación de las restricciones comerciales en mercados agropecuarios internacionales y minimización de la volatilidad de los precios de los alimentos.

III. ¿QUÉ PUEDE HACER LA INGENIERÍA FÍSICA?

En primer lugar, debemos estudiar si el problema del hambre es un problema económico o un problema de producción. Es decir, ¿somos capaces de producir los alimentos necesarios para garantizar la buena alimentación y nutrición de todas las personas, o por el contrario, nos faltan medios?

Según el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (Food and Agriculture Organization), los cambios más significativos entre 1955 y 1995 en la producción total fueron:

- Valor de producción aumentado en cada categoría de producto, incluso a pesar de que el área de crecimiento (variación de superficie) cultivada estaba muy limitado.
- Crecimiento especialmente fuerte en la producción de cereales, que casi se triplicó.
- Este crecimiento de la producción de cereales supuso también un crecimiento en los productos derivados de los animales (mayor capacidad de alimentación): triplicación de la producción de carne y duplicación de la de leche.
- China fue el país que más creció en este aspecto, doblando la proporción de producción a nivel mundial, multiplicando por cuatro su producción total. También dobló su producción per cápita y adelantó a Estados Unidos como el mayor productor mundial. India triplicó su producción agraria, aumentando un 35 % la proporción per cápita y manteniendo su lugar como tercer productor mundial.

En los últimos 50 años, la producción agraria ha aumentado con un ratio de entre 2.5 y 3, y las estimaciones indican que para erradicar el hambre (teniendo en cuenta los aumentos de población esperados), la producción deberá crecer hasta 2050 en un 70 % a nivel mundial y en un 100 % en los países en desarrollo.

Aproximadamente el 12 % de la superficie terrestre se usa para la agricultura: los problemas relacionados con la degradación del suelo, la pérdida de minerales o de productividad o el acceso al agua, han de ser tenidos en cuenta para plantear modelos de producción más sostenibles.

Uno de los factores más importantes en el crecimiento es, de hecho, el acceso al agua y la eficiencia con que se usa: el 45 % del aumento en producción viene de zonas irrigadas y se espera que, para 2050, la superficie con irrigación aumente un 6 % (respecto a niveles de 2009); pero no es suficiente, nuevas técnicas deben desarrollarse para mejorar las estadísticas de cosecha por litro de agua (la llamada “crop per drop”).



Figura 1: Infográfico que recoge los datos de la ONU sobre el hambre en el mundo

La productividad de una cosecha está limitada por el manejo de la tierra: las prácticas que llevan a erosionar, salinizar, que causan inundaciones o pérdidas de sustento no son eficientes a largo plazo. El sobrepastoreo, el exceso de irrigación, el uso en cantidades erróneas - tanto en exceso como en defecto - de fertilizantes inorgánicos, los arados... son causas de la degradación del suelo que suponen, en particular, un problema en los países en desarrollo y en especial en lugares donde el suelo pueda ser más fácilmente dañado.

Ciertos nutrientes son necesarios para el crecimiento de las plantas, como el nitrógeno, el potasio o el fósforo. Algunos métodos de cultivo absorben esos nutrientes sin tratar luego de reponerlos, suponen una disminución en la productividad tras pocas cosechas. Además, si bien existen fertilizantes nitrogenados, no existen métodos de producción artificial de fósforo y se espera que los depósitos se vacíen en 70-125 años. Así, necesitamos también métodos que prevengan la erosión del suelo, necesiten menos fósforo (o absorban mejor el que se encuentra en la tierra) y mejoras en los sistemas de reciclaje de la basura biodegradable que producimos.

Por tanto, el problema del hambre es un problema tanto de producción como económico, pero es natural, ya que, en realidad, son dos problemas relacionados. Cuando los alimentos escasean, los precios aumentan y la cantidad de población que puede acceder a ellos es menor. Pero, ¿podemos enfrentarnos a ambos problemas desde el ámbito de la ingeniería física?

El crecimiento en las últimas décadas parece sugerir que las limitaciones que puedan existir de la producción son temporales y que vamos alcanzando valores cada vez mejores y más prometedores para la erradicación del hambre. Pero tenemos que asegurarnos de mantener esta tendencia.

Desde el punto de vista de la producción, hay varios factores que requieren atención inmediata:

La ingeniería puede, sin duda, mejorar el acceso al agua en zonas en las que ahora no hay medios: construcción de pozos, vías de transporte, métodos de almacenamiento... y donde los haya, mejorar su eficiencia, de modo que menor cantidad de agua se pierda, ya sea por contaminación, evaporación o desperdicio.

La creación de nuevos fertilizantes, menos agresivos, de producción menos contaminante, para suelos y cultivos más específicos también mejorarían el rendimiento de las cosechas a nivel mundial, pero esto pertenece más bien al campo de la ingeniería química o la biología.

El cultivo de plantas que presenten una mayor resistencia a las sequías o las inundaciones, que necesiten menos nutrientes y den un uso más eficiente a los que tienen a su alcance, que produzcan más - bien sea por medio de la selección de ciertos genes mediante la elección de razas y especies más productivas, o mediante técnicas de ingeniería del ADN -, que necesiten pestici-

das menos tóxicos para agricultores y/o consumidores, etcétera; conforman un ámbito más propio de la ingeniería genética que de la física, de modo que, en este caso, tampoco competen.

También hay que tener en cuenta la importancia de la información, de compartir los conocimientos que tenemos sobre qué necesita cada cultivo y cuáles son las mejores condiciones (suelo, cantidad de agua, tipos de fertilizantes, temperaturas, clima, resistencia) para su producción, para así seleccionar bien qué cultivos son los más apropiados para cada región.

Desde un punto de vista más económico, podemos señalar algunas vías: los precios dependen de la producción local, el transporte y la producción internacional (relacionado con el mercado mundial y con los mecanismos de producción antes mencionados). Según la relación entre los costes de producción local e internacional, se favorecerá el consumo de productos importados o la exportación de productos locales.

Si se disminuyen los costes de transporte o se crean alimentos más fácilmente transportables (por ejemplo, el caso de las sandías cúbicas, que se apilan mejor), disminuyen los precios. Pero también si éstos han de viajar distancias más pequeñas y se apuesta por el consumo de productos locales, favoreciendo a los pequeños productores.

IV. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica o SIG son sistemas de información que integran, almacenan y muestran información geográficamente referenciada, permitiendo su análisis espacial. Funcionan como bases de datos en los que un mismo indicador tiene asociada información de carácter geográfica y de otros tipos; así, pueden conocerse las características de un punto, o los puntos de la cartografía que satisfacen ciertas propiedades.

Si bien su primera aparición fue de la mano del Dr. John Snow durante la epidemia de cólera en Londres en 1854 para detectar casos de infectados y relacionarlos con las fuentes de agua a las que tenían acceso; hoy en día, sus aplicaciones más importantes incluyen temáticas bien distintas, como la localización (características de un punto geográfico, cumplimiento de ciertas características...), el estudio de tendencias temporales o espaciales, el cálculo óptimo de rutas y la generación de modelos a partir simulaciones.

Estas técnicas de tratamiento y representación de datos pueden ser aplicadas para la mejora de los procesos de producción agraria, así como para la exploración de lugares con problemas de acceso al agua, vías de comunicación, alimentos, medicamentos y demás recursos que garanticen una mejor calidad de vida.

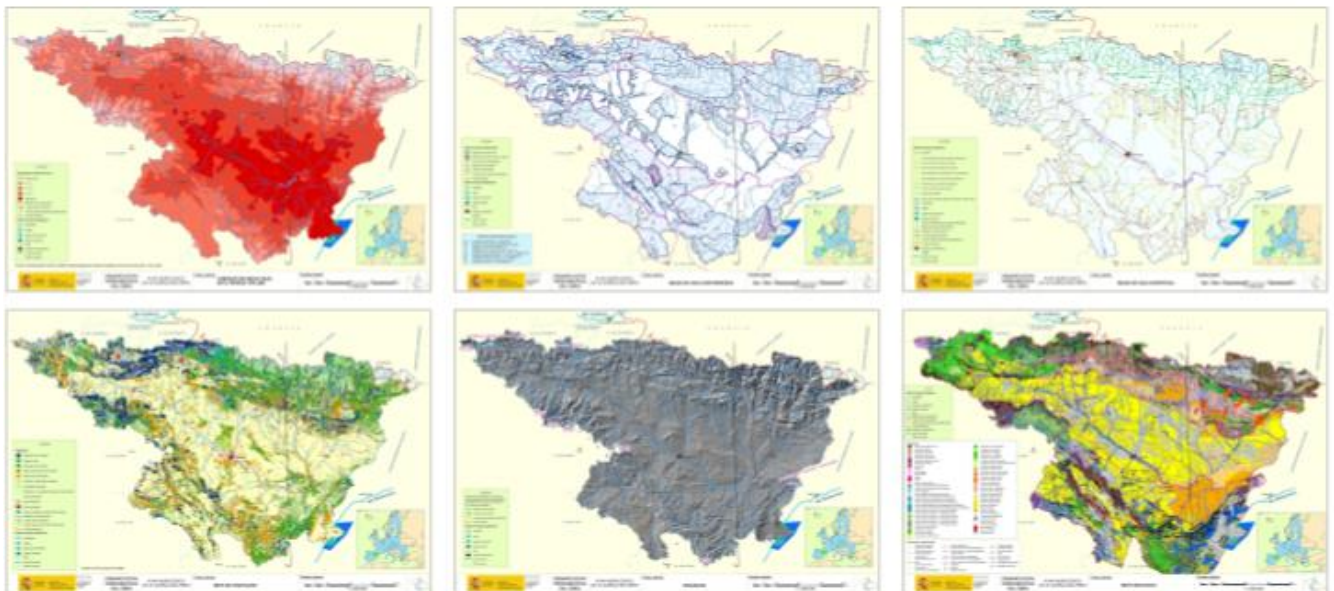
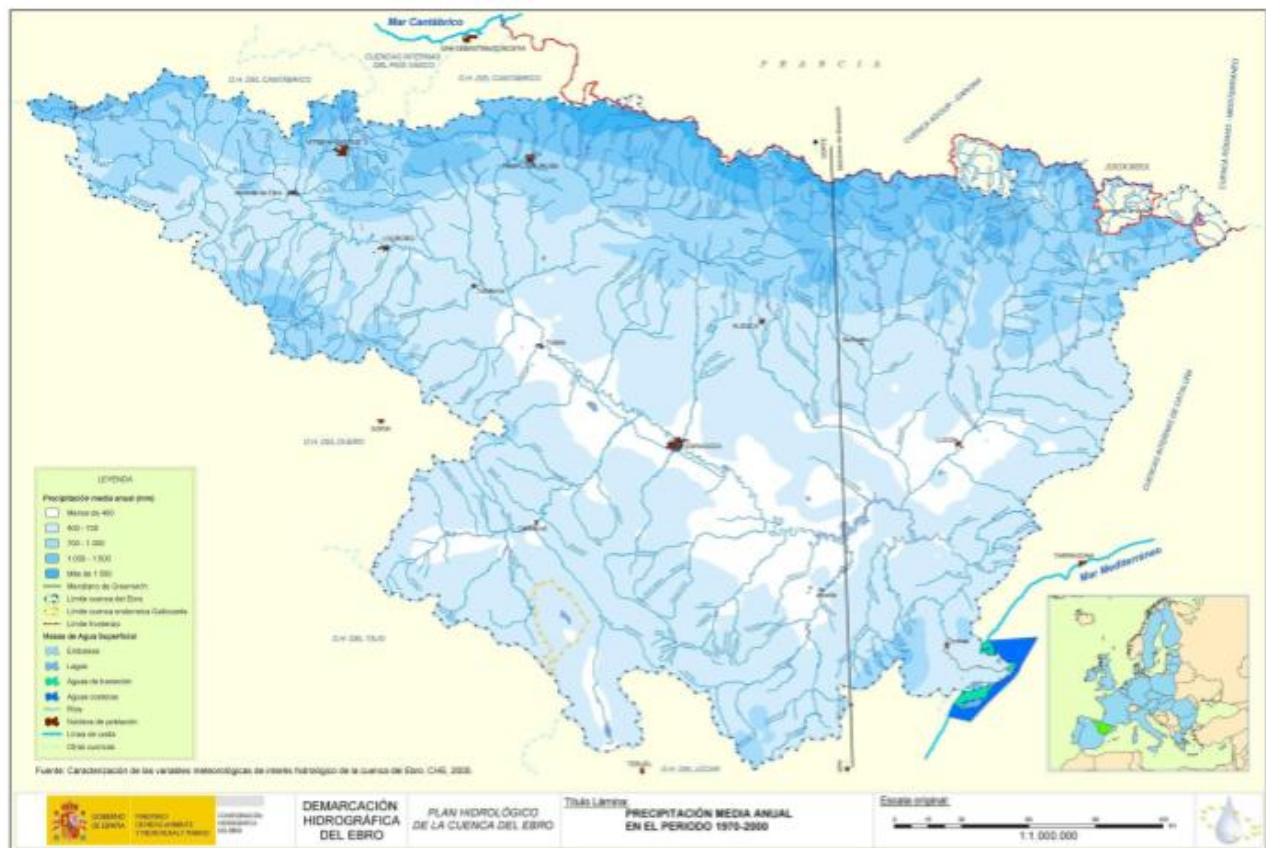


Figura 2: Sistemas de información geográfica: cuenca del Ebro. Los distintos mapas aportan diversa información sobre los mismos puntos del terreno. Arriba: precipitaciones. Medio (de izquierda a derecha): temperaturas, masas de agua subterráneas y masas de agua superficiales. Abajo (de izquierda a derecha): vegetación, orografía y geología. Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro. Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente.

i. DISTRIBUCIÓN HETEROGÉNEA

En primer lugar, los SIG pueden utilizarse para decidir la localización más óptima de los nuevos emplazamientos de granjas y cultivos. La disponibilidad de recursos cercanos es un aspecto importante en la producción y puede reducir sus costes.

Por una parte, la concentración de granjas o cultivos disminuye los gastos de transporte, pero supone una desventaja en ciertos aspectos. En primer lugar, plagas, enfermedades y las catástrofes naturales afectarán de igual modo a todas las explotaciones ganaderas y agrarias, de modo que si una cosecha se pierde, es posible que se pierdan todas. Esto supone un grave problema en zonas donde la agricultura es de subsistencia o los granjeros son pequeños propietarios, ya que causa la completa destrucción de su medio de vida.

También la gestión de residuos es más compleja: cuando se producen muchos desechos de un mismo tipo que no son aprovechables en lugares cercanos, se necesitan programas específicos para su eliminación, ya sea mediante su transporte, su tratamiento o su almacenamiento en vertederos. Además, el exceso de contaminación y el mono-cultivo de los terrenos es una amenaza para el suelo, que pierde nutrientes y productividad.

Con estudios sobre la distribución de las granjas y los cultivos, las zonas libres accesibles a productores que busquen comenzar una explotación y programas estatales que lo favorezcan, podrían construirse explotaciones heterogéneas, que permitan reciclar los desechos y funcionen casi de forma autónoma.

Por ejemplo, juntando una granja con un cultivo de forraje, soja o leguminosas como los guisantes o las habas, conseguimos varios objetivos:

- La cosecha puede emplearse para la alimentación del ganado, sin costes en el transporte de piensos industriales u otros tipos de forraje que encarecen el precio de la carne.
- Los desperdicios generados por el ganado actúan como abono natural, eliminan la necesidad de compra y transporte de parte de los fertilizantes artificiales que los cultivos requieren para su crecimiento más productivo.
- Los animales que consumen los cultivos transforman la energía que las plantas obtienen del sol en carne. El mismo contenido calórico ocupa menos espacio en la carne que en los vegetales, de modo que si lo que se transportan es carne, se optimiza la cantidad de materia consumible que se mueve. Es decir, resulta más barato transportar un kilogramo de carne que el equivalente nutritivo en patatas o legumbres.

La planificación de la explotación, la colaboración entre productores y la ayuda estatal son indispensables para conseguir una producción mundial sostenible.

ii. METEOROLOGÍA, OROGRAFÍA Y ESPECIALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Los cultivos se ven afectados por abundantes factores ambientales como:

- La luz como factor de asimilación de energía y con gran influencia sobre la germinación, el crecimiento, y los procesos de excitación y desarrollo. La luz, tanto la radiación directa como la difusa, dependen de la altura sobre el nivel del mar, la latitud (forma de incidencia y cantidad de horas de luz diarias), absorción del aire, inclinación y orientación del terreno, clima, etcétera.
- La temperatura no sólo se encarga de la aportación de calor, sino que tiene efectos en diversos fenómenos vitales como el alcance de un estado fenológico en las plantas (necesidad de alcanzar ciertos niveles de grados-día en la integral térmica para el cálculo de la fecha de recolección, florecimiento o plantación) o un estadio larvario en artrópodos (cálculo de los ritmos vitales de las plagas para la estimación de fechas de aparición y máxima incidencia sobre los cultivos). Se estudian tanto las oscilaciones regulares (integral térmica) como las extremas (máximos y mínimos alcanzados, con los problemas que heladas y sequías pueden provocar).
- La disponibilidad de agua del suelo y las condiciones de evaporación determinan el acceso al agua y la economía hídrica (con el estudio de la eficiencia del uso del agua, EUA) dependen de las precipitaciones, las provisiones permanentes que puedan ser absorbidas (fuentes hidrográficas superficiales y subterráneas, fuerzas absorbentes físicas y osmóticas del terreno como halofitos), y de la humedad relativa y movimiento del aire.
- El metabolismo de los organismos se ve afectado por el contenido en anhídrido carbónico (CO₂) y oxígeno (O₂) del aire, suelo e incluso agua en plantas sumergidas.
- Las sustancias nutritivas del suelo y en especial qué cantidad es absorbible por las plantas en cantidad suficiente de manera perdurable (sin provocar la pérdida de fertilidad del terreno) son un factor muy importante para el crecimiento de los cultivos. En primer lugar, es necesario un estudio sobre el subsuelo geológico, donde las rocas eruptivas básicas como el basalto o las zonas con calcáreas, morrenas de glaciares, arcillas cuaternarias y loes, producen suelos *eutróficos*, ricos en materiales nutritivos; mientras que los granitos, pizarras cristalinas y las areniscas dan lugar a suelos *oligotróficos* pobres.

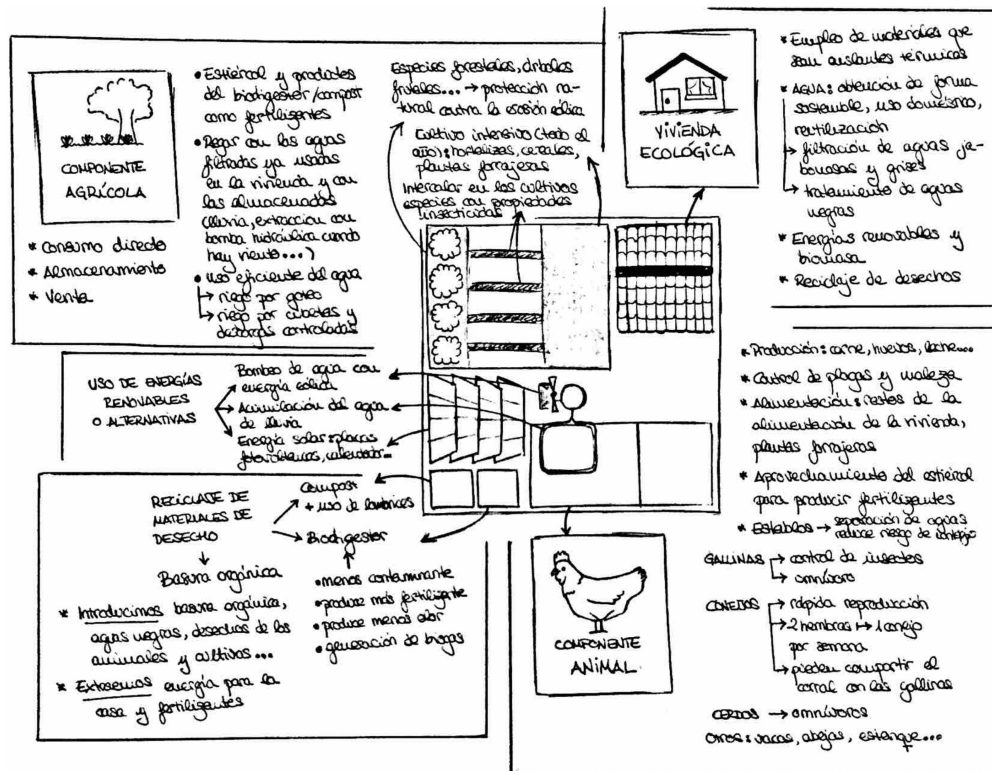


Figura 3: Explotación sostenible: la reutilización de los desechos como recursos es una forma de reducir el precio de la producción de alimentos y de disminuir la cantidad de basura del proceso.

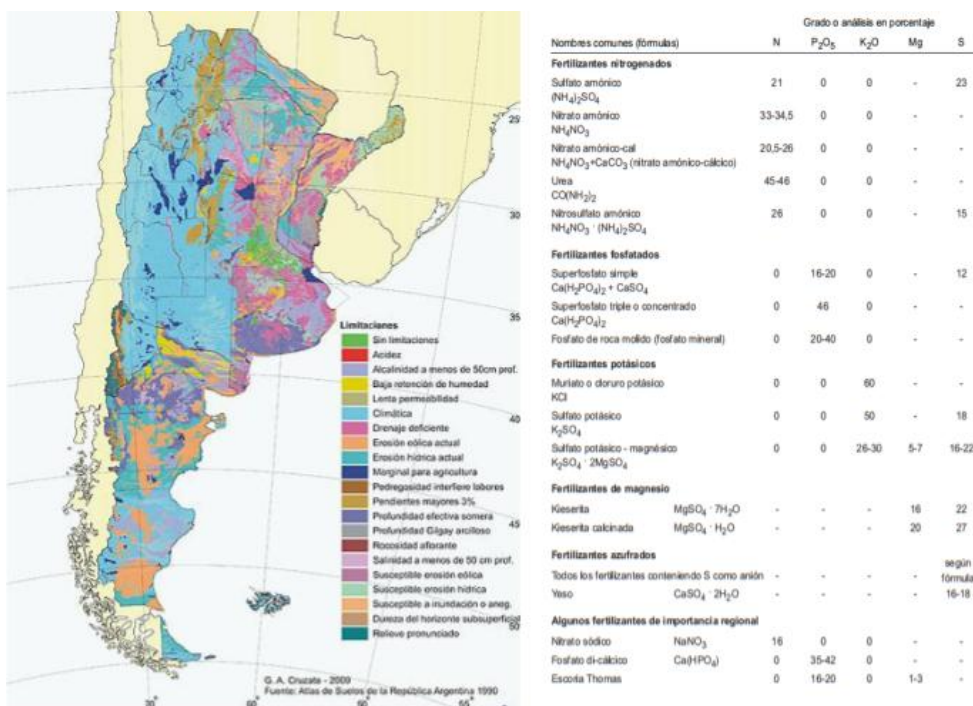


Figura 4: Mapa de las limitaciones del suelo para el cultivo en Argentina y relación de los valores que aportan al terreno algunos de los fertilizantes más comunes. Algunas de las limitaciones pueden ser paliadas con el uso de los abonos adecuados. Los SIG facilitan la tarea de la adjudicación y planificación del sistema para fertilizar la tierra y mejorar la productividad de las cosechas.

También se han de tener en cuenta el clima y su efecto sobre el terreno, la influencia de las propias plantas (acción química y acción física), la actividad de microorganismos vegetales y animales (con efectos como la nitrificación del terreno que lo empobrece), los cambios en el perfil edáfico de los estratos, las reacciones y cambios de concentración y acidez del suelo...

- También hay factores mecánicos (corrientes, movimientos de suelo, tormentas fuertes, huracanes, nieve, arrastre de materia por el viento...) que pueden afectar a las cosechas.
- Los factores bióticos engloban la actividad animal (polinización, diseminación de gérmenes, alimentación, influencia de los parásitos vegetales, aparición de relaciones simbióticas...) y la humana, cuyo aprovechamiento y modificación de la vegetación causa grandes cambios en los paisajes.

Así, el estudio exhaustivo de la meteorología y la climatología, la geología, la geografía, la orografía y la hidrografía, la ecología, la fisiología vegetal y la botánica... permiten una mejor selección de qué tipos de cultivos son los más apropiados para terrenos que reúnen diversas características.

No sólo eso, una vez seleccionado el tipo de terreno, el conocimiento sobre las características físicas del suelo, permite un mejor uso de abonos y fertilizantes, con cálculos que busquen el máximo rendimiento de las cosechas y el mínimo impacto negativo sobre el suelo.

La automatización de estos sistemas y la conexión vía satélite de las máquinas empleadas en la fertilización, permitiría la selección específica de los abonos a emplear y su distribución automática a través de varios cultivos distintos, sin la necesidad de cambios manuales de la carga.

iii. CONTROL DE PLAGAS E INSERCIÓN DE NUEVAS ESPECIES

Los avances en medicina (tanto humana como animal) y el desarrollo de los pesticidas, junto con el aumento de la salubridad y regulaciones sobre las formas de producción, disminuyen los riesgos de perder ganado o cosecha por plagas o enfermedades. Sin embargo, son problemas que están lejos de haber sido solucionados. En España, por ejemplo, la legislación hace que si aparece un cerdo infectado de fiebre aftosa en una granja, todos los individuos de la explotación deban ser sacrificados, con gran perjuicio para el ganadero.

Los SIG permiten el estudio de los focos de plagas y enfermedades. Algunas de las características de conexión (mismas fuentes de agua, vías de comunicación directa, empleo del mismo abono o pienso...) aparecen representadas, de modo que se facilita el estudio de cómo se han producido los contagios. Es también una forma de prevención: el reconocimiento de los métodos de

propagación y de las fuentes de la enfermedad, si se toman las medidas adecuadas, evita que las plagas y enfermedades se extiendan, protegiendo las cosechas y ganados.

Del mismo modo que se puede llevar un registro de los movimientos de plagas, también se pueden estudiar las distintas poblaciones de un ecosistema y sus respectivos crecimientos. Ésta es una herramienta muy útil para proteger la diversidad ecológica: la mayoría de especies sólo ocupan en el orbe parte del área que por sus necesidades vitales podrían poblar (limitaciones en los dispositivos de dispersión, medios de diseminación y tiempo); así, plantas y animales introducidos por el hombre en una zona donde no existían hasta entonces y donde se extienden, pueden perjudicar la vegetación y fauna autóctonas.

Uno de los ejemplos más actuales es el de la *Tecia Solanivora* o *polilla guatemalteca*, un tipo de polilla que habita las patatas que no están enterradas a suficiente profundidad, provocando importantes daños en el cultivo y su almacenaje: presencia de orificios, vía de entrada de otros patógenos, descomposición más rápida de la patata por abundancia de excrementos de larva... Se originó en 1970 en Guatemala y lleva presente en las Islas Canarias desde 1999. Su primera detección en la Península Ibérica fue en Galicia en 2015, y desde entonces sigue extendiéndose.

V. CONCLUSIONES

El hambre es un problema importante en nuestro mundo y no podemos ignorar el hecho de que 1 de cada 9 personas no tiene suficiente para alimentarse.

Las nuevas tecnologías suponen nuevas oportunidades para cumplir los objetivos de la ONU y erradicar el hambre en el mundo, pero también son un riesgo: desarrollarlas de modo sostenible es uno de los retos a los que, como ingenieros, nos enfrentamos.

Los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta que puede disminuir el coste de los alimentos y aumentar su producción, haciendo que éstos sean más accesibles para todas las personas.

Esto puede realizarse a través de varios métodos: búsqueda de los mejores emplazamientos para las distintas explotaciones, estudio del terreno para la selección de cultivos, abonos y cantidades de riego, control de plagas, protección de las especies autóctonas...

Pero para alcanzar estos retos, es necesario que los países, los gobiernos, tomen conciencia de los problemas mundiales y colaboren unidos, tanto dentro como fuera de sus fronteras.

El desarrollo sostenible es posible, pero no podemos alcanzarlo si cada persona, individualmente, no se hace responsable de su modo de vida y de la huella que deja en este planeta.



Figura 5: Expansión de la plaga *Tecia Solanivora* en Sudamérica desde su aparición



Figura 6: Estado de la extensión de la plaga *Tecia Solanivora* en la Península Ibérica en septiembre de 2016, tras su primera aparición en 2015, con los primeros focos de infección conocidos

Referencias

- [1] ONU. "Sustainable Development Goals: 17 Goals to Transform our World". Goal 2: End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture. Facts and figures, Goal 2 targets.
Disponible en:
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/>
- [2] ONU. Asamblea General. "Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015" (Documentos oficiales de las Naciones Unidas). Anexo. Declaración. Nuestra visión de futuro; nuestros principios y compromisos comunes; nuestro mundo actual; la nueva agenda; objetivos de desarrollo sostenible.
Disponible en:
<http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85>
- [3] FAO, FIDA y PMA. 2016. "Objetivo hambre cero: el papel decisivo de las inversiones en la protección social y la agricultura". Roma, FAO.
Disponible en:
<http://www.fao.org/3/a-i4951s.pdf>
- [4] FAO. 2000. "The state of food and agriculture". Agriculture and development, Box 13: "Agricultural output patterns between 1955 and 1995". Rome, FAO.
Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/017/x4400e/x4400e.pdf>
- [5] FAO. 2002. "Agricultura mundial: hacia los años 2015/2020. Informe resumido". Rome, FAO.
Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s00.htm>
- [6] Zareen Pervez Bharucha. "Sustainable food production: Facts and figures" Sci Dev Net, 16/10/2013.
Disponible en:
<http://www.scidev.net/global/food-security/feature/sustainable-food-production-facts-and-figures.html>
- [7] E. Strasburger, F. Noll, H. Schenck, A. F. W. Schimper, "Tratado de Botánica", sexta edición española (traducida de la trigésima edición alemana por Prof. Dr. Oriol de Bolós, UB), Parte 4: Geobotánica, Capítulo 1: Distribución geográfica de las unidades sistemáticas y sus causas, p. 734.
- [8] H. Medrano et alii. "Eficiencia en el uso del agua por las plantas". Universitat de les Illes Balears - IMEDEA
Investigaciones Geográficas, n° 43 (2007) pp. 63-84
- [9] SAGARPA (Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación). "La granja ecológica integral". Subsecretaría de desarrollo rural. Dirección general de Apoyos para el Desarrollo Rural. Disponible en:
http://www.imhicihu-conicet.gob.ar/ARGENTINAenMAPAS/caste/rn_limi.htm
- [10] J. Seymour. 1980. "El horticultor autosuficiente". Editorial Blume. Barcelona.
- [11] Cocinet (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). La Argentina en mapas. Evolución de la agricultura. Limitaciones. Disponible en:
http://www.imhicihu-conicet.gob.ar/ARGENTINAenMAPAS/caste/rn_limi.htm
- [12] FAO, IFA. 2002 (Reedición, original de 1965). "Los fertilizantes y su uso". Cuadro 2. Página 38. Disponible en:
<http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- [13] Confederación hidrográfica del Ebro. Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente (Gobierno de España). La cuenca. Descripción. Mapas básicos. Disponible en:
<http://www.chebro.es/contenido.visualizar.do?idContenido=31861&idMenu=4182>
- [14] Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente (Gobierno de España). Agricultura. Sanidad vegetal. Teca solanivora. "Situación a nivel mundial", "Situación en España", "Mapa situación península" Disponible en:
<http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/teca-solanivora/#para1>
http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/distribution_teca_peninsula_tcm7-433972.pdf

El disseny i l'enginyeria sostenibles

G. Megías i Homar

Abstract—L'ús i generalització dels materials procedents de recursos fòssils i la petjada mediambiental negativa que té la producció i fabricació de gran part dels productes que es consumeixen en la major part dels àmbits de la societat (alimentació, recerca, entreteniment, etc.), juntament amb la manca de *biodegradabilitat* de molts d'ells, fa necessari repensar de bell nou els models de producció i disseny actuals. El progrés que han suposat materials, com per exemple, el plàstic, fa que en sigui pràcticament impossible la desaparició. Nogensmenys, els darrers anys hi ha hagut un esforç especial per part de la recerca científica i tecnològica, per tal de trobar nous materials, repensar el disseny i les maneres de facilitar el reciclatge de tot el que la societat produeix. Aquest article estudia *grosso modo* els canvis de la indústria a partir de dissenys més sostenibles i les línies generals del disseny sostenible. Així mateix, l'article intenta fer un anàlisi del seu ús i d'exemples positius i negatius, així com de la importància de fer especial èmfasi en aquesta baula indispensable per a l'Economia Circular.

Index Terms — Disseny Sostenible, Desenvolupament Sostenible, Enginyeria, Economia Circular, Reciclatge, Consum, Recerca científica, Gestió de residus.

I. INTRODUCCIÓ

ELS avenços tecnològics i científics de les darreres dècades han suposat un canvi radical en el model de vida de les societats més desenvolupades i en vies de desenvolupament. Canvis del model de consum, de producció, d'entreteniment, de relació amb l'entorn i de les relacions humanes. En uns vint anys la societat ha viscut una metamorfosi pronunciada en molts àmbits: des de la introducció de l'Internet i els telèfons mòbils, amb tots els seus canvis associats, en especial pel que fa al camp de les relacions interpersonals, de comunicar-se i d'accedir a la informació; fins al canvi en l'alimentació i la generalització d'una forma de vida abans sols reservada als més adinerats, amb la qual gran part dels productes han esdevingut accessibles i abundants per a tothom.

Aquests increïbles avenços i els que encara avui es duen a terme no estan exempts de controvèrsia i amb l'alarma del canvi climàtic imminent i present, apareixen els primers indicis d'una reflexió global del model actual més que necessària. El concepte de progrés constant, d'imminència

generalitzada, de consum desmesurat i d'aïllament de l'individu es qüestionen i per assegurar la sostenibilitat de la societat es busquen noves maneres de conciliar un nivell de vida raonable i just per a tothom, amb el manteniment i la cura del planeta. La necessitat de la reducció del consum és crucial per a la continuïtat de la vida humana i de la resta d'éssers. Cal racionalitzar l'afany que el sistema actual ha estès i cercar, en la mesura que sigui possible, maneres de fer sostenible el consum i la vida dels 7.000 M de persones que viuen i sobreviuen a la terra.

Per tot això, és primordial que la ciència i la tecnologia reorientin les seves metes i liderin un canvi necessari i positiu en molts sentits. La quantitat ingent de residus que es generen i que no s'integren altre cop al mercat productiu, fa palesa la importància d'avançar en l'àmbit del Disseny sostenible i de la recerca de noves maneres de reciclatge, bo i assegurant un ús conscient i assenyat dels recursos actuals.

L'enginyeria i, més en general, la ciència i la tecnologia, hi juguen un paper important. Tant és així, que la sostenibilitat d'un producte comença als primers instants en què comença el seu disseny. És per aquesta raó que els enginyers, situats a l'inici del procés, tenen a les seves mans la possibilitat de la reutilització d'allò que la societat consumeix i assegurar la *biodegradabilitat* d'allò que no es pot reciclar, per tal de preservar i permetre el nostre desenvolupament com a societat. Així doncs, el disseny sostenible és una clau de volta fonamental del que es coneix com Economia Circular.

II. L'ENGINYERIA I EL DISSENY SOSTENIBLE

El disseny sostenible abraça tots els processos i parts del desenvolupament dels productes, i es centra en com es aconseguir la sostenibilitat a cada etapa d'aquests productes. A continuació, es presenta una llista de principis, inspirada i basada en els treballs dels investigadors Kansas P.T. i Zimmerman J. B., que el disseny sostenible hauria d'acomplir per tal d'assolir la sostenibilitat mediambiental, social i econòmica.^[1]

1) Recursos sostenibles

Els enginyers i dissenyadors han de considerar sempre els materials que usaran i fer servir, en la mesura que sigui possible, materials que no siguin perillosos per als usuaris ni per al medi ambient, tant durant la producció, com l'ús i el reciclatge.

La data d'entrega per revisió de l'article fou el 27 d'Abril de 2017. Aquest treball ha tingut el suport del Departament de Sostenibilitat de la UPC i del Centre de Cooperació al Desenvolupament de la UPC (CCD), en el marc del projecte d'articles "Enginyers i Sostenibilitat" de l'assignatura de Teoria de Circuits del grau en Enginyeria Física.

G. Megías Homar, és estudiant d'Enginyeria Física a la Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 08001, CATALUNYA. (e-mail: guillemmegias@gmail.com).

2) *Anticipar-se als residus*

Evitar l'obsolescència programada i pensar des de bon principi quin ha de ser el destí dels productes un cop acabada la seva vida útil, de manera que se'n facilita el seu reciclatge i es redueix la necessitat d'obtenció de recursos nous.

3) *Reciclatge dissenyat*

Els productes han d'ésser dissenyats de tal manera que se'n faciliti el reciclatge, és a dir, usant el mínim de materials possibles per tal de minimitzar els costos de separació. Un exemple, podria ser en el cas de les ampolles de plàstic, l'eliminació de les etiquetes, per tal que tot el plàstic que continguessin tan sols fos d'un tipus.

4) *Aprofitament dels recursos*

El procés del disseny ha d'assegurar que amb la mínima quantitat de materials possibles s'obtingui la major eficiència i les millors prestacions possibles. Així mateix, cal racionalitzar la producció i produir només allò que sigui necessari, evitant excedents que hagin d'acabar inutilitzats.

5) *Reutilització*

L'energia invertida i la complexitat dels productes n'ha de determinar el seu destí. Els productes de gran complexitat, com els xips, s'haurien de reutilitzar, abans de reciclar-los. I aquells de menys complexitat es poden reciclar amb facilitat, malgrat sovint pagui la pena de reutilitzar-los al màxim.

6) *Durabilitat*

Cal maximitzar la vida útil d'allò que es dissenya, a la vegada que se'n assegura la *biodegradabilitat*.

7) *Disseny racional*

El disseny ha d'intentar evitar les solucions generalitzadores que busquen assegurar la viabilitat en el pitjors escenari (*worst scenario*), cal buscar solucions variables per tal de racionalitzar l'ús dels recursos.

8) *Aprofitament de l'energia i processos*

Dissenyar els productes de manera que puguin aprofitar infraestructures presents per a la seva producció. Altrament, dissenyar de manera que allò que es dissenya aprofiti els recursos no utilitzats o generats per altres productes.

9) *Recursos renovables*

El disseny ha de preveure l'ús de materials i recursos renovables, per tal de minimitzar l'impacte de l'activitat humana i en aquest cas de l'enginyeria al medi ambient.

10) *Impacte social i econòmic*

Qualsevol disseny sostenible ha d'assegurar també que durant la seva producció les persones que hi han estat relacionades i hi han participat, han gaudit de certs drets fonamentals i no han estat explotades.

11) *Impacte econòmic*

El disseny sostenible implica també que tot producte ha de tenir un preu just i que les activitats que es financin o s'aprofitin dels seus beneficis han d'ésser també sostenibles i no han d'atacar als drets fonamentals de les persones.

III. DISSENY SOSTENIBLES: NOVES REALITATS

Seguidament es presenta una sèrie d'exemples de dissenys sostenibles que han reeixit, que cal que esdevinguin un exemple de cara a futurs dissenys i que, poc o molt, han marcat un abans i un després. Els següents exemples pretenen ser una mostra bastant àmplia dels diferents àmbits on el Disseny sostenible és quelcom positiu i imprescindible, en l'àmbit de l'enginyeria.

A. *Arquitectura sostenible*

L'arquitectura és un dels àmbits on el disseny sostenible ja hi té més recorregut. La nostra vida del dia a dia té un impacte gran a l'entorn i per això, els edificis dissenyats seguint certs esquemes de sostenibilitat que permeten aprofitar els recursos naturals i reduir la nostra petjada, han proliferat i l'arquitectura actual ja no pot ésser pensada sense la sostenibilitat com a element principal.

En aquest sentit, s'ha avançat amb especial esforç en l'aprofitament dels recursos naturals per a l'obtenció d'energia, especialment amb l'ús de plaques solars i amb dissenys que aprofiten la situació dels edificis per facilitar, per exemple, la seva refrigeració. L'obtenció de noves estratègies edificatives per als edificis, a partir de la mimetització de la natura és també un dels punts on hi podrà haver més desenvolupament els propers anys ^[2]. Cal remarcar també l'ús de materials obtinguts localment i de manera responsable, la minimització de l'afectació a l'hàbitat natural, la millora de la qualitat de vida a través de l'arquitectura sostenible d'interiors, entre d'altres punts clau de l'arquitectura sostenible ^[3].

A més a més, la manca d'espai a les urbs, ha promogut la construcció vertical d'edificis i l'edificació d'espais que puguin satisfer les necessitats de les persones tot racionalitzant l'espai utilitzat. Les cobertes verdes i els dipòsits d'aigua de pluja han esdevingut també habituals i les polítiques de foment de l'arquitectura sostenible apunten cap a una millora progressiva dels espais on les persones es desenvolupen, tant pel que fa a edificis de nova construcció com rehabilitacions, puig que el reciclatge i la reutilització, en l'àmbit de l'arquitectura, passen ineludiblement per la rehabilitació.

B. La indústria dels plàstics

L'ús generalitzat dels plàstics al dia a dia, amb gran presència en àmbits tan importants com l'alimentació i l'entreteniment, fa necessària la recerca de noves solucions per tal d'aconseguir resultats similars sense deixar de dependre'n. El plàstic és un material que prové del petroli i que no és biodegradable, cosa que afecta negativament al medi ambient i als ecosistemes on va a parar després d'usar-se.

D'altra banda, el plàstic en sí mateix és un element imprescindible, car permet, entre d'altres coses: conservar durant més temps els aliments; millorar el nivell de vida, contribuint en el desenvolupament de la indústria farmacèutica i mèdica; fer més eficients els edificis i els vehicles; preservar l'aigua, i, finalment, els plàstics són també clau en el desenvolupament de les energies renovables ^[4].

Tant és així, que s'estan duent a terme avenços rellevants en la producció i investigació dels anomenats bioplàstics: tots aquells plàstics que són biodegradables i/o estan fets a partir de matèria orgànica. En són exemples importants el PEF i el PLA. Gran part dels bioplàstics estan fets a base de blat de moro, així com de patata, blat i soja, entre d'altres conreus. Així mateix, també hi ha bioplàstics fets a partir de microorganismes (bacteris) i nanopartícules, com les cadenes de carbohidrats ^[5].

El futur de la indústria del plàstic passa doncs, per aquests nous materials. A més a més, aquells plàstics que són biodegradables presenten un altre avantatge: la gestió d'aquests residus es pot fer conjuntament amb els residus orgànics a les plantes de compostatge, cosa que en facilita el reciclatge ^[6].

Finalment, cal remarcar que els plàstics han de jugar un paper principal en l'Economia Circular, perquè el consum mundial de plàstic és immens i perquè en moltes de les seves aplicacions, com en l'àmbit de la recerca científica, l'ús d'un material diferent al plàstic és complicat i n'incrementaria el cost.

C. La controvèrsia dels biofuels i algunes fonts renovables

L'afany per aconseguir nous combustibles renovables ha crescut aquestes últimes dècades. Així, s'han desenvolupat *biofuels* o combustibles a base de biomassa. Tanmateix, molts d'aquests combustibles podrien ser un bon exemple d'un disseny sostenible no prou reeixit. Tot i estar fets a base de midons, algues, cel·lulosa, residus domèstics orgànics, residus forestals i d'altres materials orgànics, en fer-se servir produeixen pràcticament la mateixa quantitat de contaminació que l'equivalent fòssil.

En l'àmbit energètic és primordial doncs, la recerca de nous combustibles o fonts d'energia realment sostenibles, tant en la producció com durant la utilització.

Podrien ser una alternativa a considerar altres fonts com són l'energia mareomotriu, obtinguda a partir del moviment de les ones, els canvis de temperatura i la salinitat de l'aigua, o l'energia geotèrmica ^[7].

D. SpaceX i l'aeronàutica sostenible

L'empresa aeronàutica SpaceX ha començat a desenvolupar amb molt bons resultats el seu Sistema de llançament reutilitzable. Aquest sistema els permet de fer un llançament d'un coet i després recuperar-lo fent-lo aterrar en una plataforma marina, per poder reutilitzar el coet.

Aquesta innovadora iniciativa és un clar exemple de disseny sostenible, car fins ara cada llançament de satèl·lits i coets implicava la construcció d'un nou coet, cosa que suposava un cost molt elevat a nivell econòmic, de temps i mediambiental ^[8]. Els futurs avenços en la indústria aeronàutica hauran de passar ineludiblement per dissenys que, com aquests, en busquin la sostenibilitat i la *reutilitzabilitat*. Cal doncs que les agències públiques s'esmercin a liderar aquest canvi.

IV. CONCLUSIÓ

El desenvolupament sostenible i la continuïtat de l'actual sistema de vida, així com l'assoliment d'un nivell de vida igualitari i just també per als països més pobres que fins ara han estat font de tots els recursos de les societats desenvolupades i que hi han viscut subordinats; passa necessàriament per la consolidació del disseny sostenible com a concepte i pel foment d'una enginyeria que miri una mica més enllà i cerqui conciliar molts aspectes que afecten a la sostenibilitat, fins ara obviats i que s'han resumit breument en els principis de l'enginyeria sostenible.

L'enginyeria, la tecnologia, l'arquitectura i la ciència en general han de repensar-se per tal de poder seguir gaudint de les facilitats de la vida moderna, tot assegurant-ne la viabilitat a nivell ambiental, social i econòmic.

En són bons exemples, d'aquest disseny sostenible els avenços importants fets a l'àmbit de l'arquitectura, l'ús de bioplàstics i la seva entrada a l'economia circular; i els avenços de l'empresa SpaceX en l'àmbit aeronàutic.

Per contra, un exemple d'una alternativa no tan sostenible com caldria esperar, si complís tots els principis esmentats a l'article, són els *biofuels* que malgrat suposen una millora, en usar-se generen quantitats de contaminació importants.

Per acabar, cal fer palesa la necessitat de reorientar l'enginyeria perquè lideri un canvi cap a un model més sostenible i una racionalització dels costos mediambientals de les activitats humanes, que ha d'anar acompanyat d'un canvi en el model de consum i de relació amb l'entorn.

REFERENCES

- [1] Anastas, P. T., and Zimmerman, J. B. "Design through the 12 principles of green engineering." *Environmental science & technology* 37.5 (2003). [Online] Available: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es032373g>
- [2] John, G., Clements-Croome, D., and Jeronimidis, G.. "Sustainable building solutions: a review of lessons from the natural world." *Building and environment* 40.3 (2005): 319-328. [Online] Available: <http://centaur.reading.ac.uk/12162/1/CENTAUR-f>
- [3] Ragheb, A., El-Shimy, H., and Ragheb, G. "Green architecture: a concept of sustainability." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 216 (2016): 778-787. [Online] Available: <http://ac.els-cdn.com/S1877042815062552/1-s2.0-S1877042815062552->
- [4] EuPC and PlasticsEurope. (2014, November). The Plastics Industry: A strategic partner for economic recovery and sustainable growth in Europe. PlasticsEurope. [Online]. Available: <http://www.plasticseurope.es/Document/the-plastics-industry-a->
- [5] Jabeen, N., Majid, S., and Nayik, G.A. "Bioplastics and food packaging: a review". *Cogent Food and Agriculture*. (2015): Vol 1. Iss. 1. [Online]. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/full/11932.2015.1117749>
- [6] European Bioplastics., *Bioplastics: facts and figures*. Presented at 12th European bioplastics conference. [Online]. Available: docs.europeanbioplastics.org/publications/EUBP_Facts_and_figures.pdf
- [7] Ellabban, O., Abu-Rub, H., and Blaabjerg, F. "Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 39 (2014): 748-764. [Online] Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114005656>
- [8] SpaceX. (2015, June). Eusability: the key to making human life multi-planetary. SpaceX. [Online]. Available: <http://www.spacex.com/news/2013/03/31/>

Energia i Data Centers

Alexandra Mestre

Abril 2017

Treball Competència Transversal. Teoria de Circuits.

Abstract—En els darrers 10 anys el percentatge de persones que tenien accés a Internet ha crescut enormement: del 17% al 2006 arribant a un 47% al 2016. El boom del contingut digital, les xarxes socials, el Big Data, el comerç digital entre molts d'altres ha convertit als Data Centers a un dels grans consumidors d'electricitat a nivell mundial, responsables de la despesa del 3% de l'energia. Per una banda gastem milions de watts en emmagatzemar quantitats enormes d'informació, però per altra banda, continua sent sorprenent encara la quantitat de persones que no disposen d'accés a l'electricitat. És per tot plegat que disposar d'una energia segura, sostenible i moderna és un dels Objectius de Desenvolupament Sostenible, ja que constitueix un dels problemes fonamentals, amb el que s'ha de treballar per tal de solucionar com més aviat millor.

I. OBJECTIUS PER AL DESENVOLUPAMENT SOSTNIBLE

VIVIM en un món on el desenvolupament i el canvi són constants. La revolució tecnològica dels darrers anys ha conduït a una revolució en tots els aspectes de les nostres vides, ningú pot negar la potència de canvi que ha tingut i tindrà en la forma com concebem el món. Aquest canvi, malgrat tot, no ha tingut lloc de forma uniforme en les diferents comunitats o regions del nostre planeta, vivim en un món desigual.

El 25 de setembre de 2015, es van acordar amb un alt consens internacional un conjunt d'objectius globals per eradicar la pobresa, protegir el planeta i garantir la

prosperitat per a tots com part d'una nova agenda de desenvolupament sostenible: els *Objectius de Desenvolupament Sostenible* (ODS). Cada objectiu té fites específiques que han d'assolir-se abans de 2030. Els ODS, un dels acords internacionals amb major consens, alguns dels seus objectius són: “*Garantir l'accés a una energia segura, sostenible i moderna per a tothom*”, “*Garantir la disponibilitat d'aigua, la seva gestió sostenible i el sanejament per a tothom*” o “*Adoptar mesures urgents per a combatre el canvi climàtic i els seus efectes*”.

Els citats objectius, relacionats amb l'energia, l'aigua i el canvi climàtic, estan directament relacionat amb els principals impactes mediambientals que tenen els Data Centers: l'enorme consum energètic, la procedència d'aquesta energia i la gestió dels gran sistemes de refrigeració que s'utilitzen. En aquest treball ens centrarem en la seva sostenibilitat energètica.

II. DATA CENTERS

El “boom” de les noves tecnologies és evident. Tant la telefonia mòbil com les tecnologies de la informació han canviat dràsticament i ràpida la manera com ens relacionem, ens comuniquem o afrontem les nostres vides. Per tot plegat, aquest boom ha suposat un dels majors canvis tècnics i socials de la història de la humanitat.

Sense anar més lluny, l'any 2001 només un 8% de la població mundial estava online, només 12 anys després, l'any 2013, ja era el 38% el percentatge de població que disposava d'internet d'alguna manera. Avui en dia ja som bastants més de 3 bilions i mig els usuaris d'Internet i aquesta xifra no para de créixer. I no és només el nombre d'usuaris d'Internet el que creix de forma

gairebé exponencial, sinó que el volum de dades generades també ho fa d'una forma semblant: l'any 2002 es generaren de mitjana uns 100 GB/s, en 5 anys, al 2007, aquesta xifra es multiplicà per 20 i ja es situava als 2000 GB/s, l'any 2013 ja n'eren gairebé 30.000. Actualment es calcula que cada minut es pengem 260.000 fotografies a Instagram, s'envien 204.000.000 correus, es piulen 277.000 tuits o es pengem 12 hores de vídeo a YouTube. Per tot plegat, es calcula que durant l'any 2020 es generaran, ni més ni menys que 35 Zettabytes (1 Zettabyte = 10^{12} Gigabytes) o que aproximadament el 90% de les dades d'avui en dia s'han generat en el transcurs dels últims dos anys.

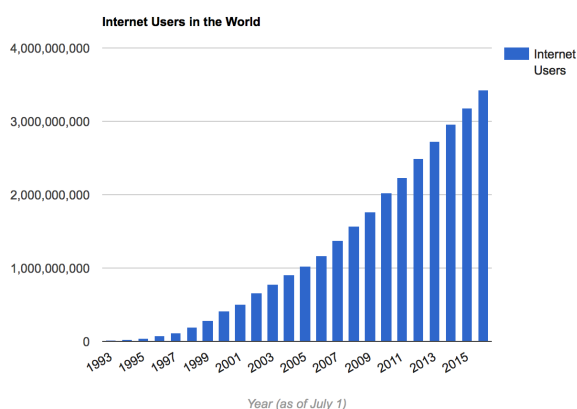


Fig. 1. Evolució del nombre d'usuaris d'internet. Extret de: <http://www.internetlivestats.com/internet-users/#trend>

Tots aquests grans canvis, han estat facilitats i suportats pel ràpid desenvolupament del que en anglès s'anomena Data Centers, que permeten emmagatzemar, recuperar i enviar informació contínuament. En els darrers anys, el nombre de grans Data Centers a nivell mundial ha augmentat molt considerablement així com la seva grandària i grau de sofisticació. De fet, ha estat gràcies a ells que l'ús de l'Internet ha pogut créixer tal i com ho ha fet i més recentment també han permès l'aparició dels "cloud-based systems" que permeten treballar des de qualsevol dispositiu en qualsevol cosa. Per tot plegat, els Data Centers han proliferat moltíssim en els últims anys i consegüentment la seva activitat no ha quedat en va pel que fa al medi ambient. L'impacte mediambiental, relacionat amb la seva sostenibilitat, d'aquests complexos és important: hem de considerar el seu gran consum energètic, però també el seu impacte pel que fa a la localització dels centres així com els

sistemes de refrigeració que s'empren, entre molts d'altres efectes.

III. CONSUM ENERGÈTIC DELS DATA CENTERS

Els Data Centers han estat un dels consumidors d'electricitat que més ha augmentat la seva despesa. Tant si enviem un correu, posem un m'agrada a Facebook, pengem un post a Instagram o pugem un arxiu a Dropbox, estem generant dades que s'han d'emmagatzemar en algun lloc. Aquestes dades s'emmagatzemen en enormes Data Centers amb milers i milers de servidors que funcionen nit i dia, produint una despesa energètica increïblement gran.

Durant el 2015 a nivell mundial, els Data Centers van consumir 416.2 terawatts-hora d'electricitat, una quantitat d'energia superior de la que va gastar el territori espanyol en aquell any. Actualment consumeixen aproximadament un 3% de l'energia a nivell mundial, és per això que són responsables del 2% de les emissions de gasos que contribueixen a l'efecte hivernacle. Segons Ian Bitterlin, expert en Data Centers i professor visitant a la Universitat de Leeds, la quantitat d'energia consumida pels Data Centers es duplica cada quatre anys, malgrat les innovacions en hardware que permeten incrementar la capacitat d'emmagatzematge. Consegüentment, es prediu que a la pròxima dècada els Data Centers gastarà el triple d'energia del que consumeixen avui en dia.

Com a resposta a tot plegat, i igualment per a tenir constància del cost operacional dels complexos, la indústria dels Data Centers ha treballat en el desenvolupament de diferents índexs de mesura per tal d'avaluar el rendiment i sostenibilitat dels Data Centers. Un dels més utilitzats és l'eficiència de l'energia utilitzada (power usage effectiveness o PUE). El PUE es defineix com la fracció d'energia consumida per les instal·lacions dividit entre la utilitzada pels equipaments. Com més petit és aquest índex, representa que més energèticament sostenible és un Data Center. Idealment es voldria aconseguir un PUE de 1.00 cosa que implicaria que tota l'energia que arriba a la central s'utilitza en computació. Havent-se convertit en un índex de referència, entre els molts que s'han anat proposant en els darrers anys, les grans empreses mundials de les comunicacions s'han preocupat molt i molt per reduir

aquest valor. Tal i com apunten Nathaniel Horner i Inês Azevedo de la Universitat de Carnegie Mellon, companyies com Google o Facebook recentment s'han preocupat molt per reduir el PUE, centrant-se en l'eficiència i l'ús del disseny del hardware. Google, per exemple, fa públiques les seves dades de PUE des del 2008; l'empresa, l'any 2016, va aconseguir situar TTM (Trailing Twelve Months) mitjà del PUE en 1.12 punts, aconseguint el seu mínim de 1.09 a Bèlgica i el seu màxim de 1.20 a Singapur. Facebook, per altra banda, proporciona dades reals i en directe del PUE de dos dels majors Data Centers que disposa igualment com del seu TTM PUE, que també ha aconseguit reduir fins als 1.09 punts en el Prineville Data Center, per exemple.

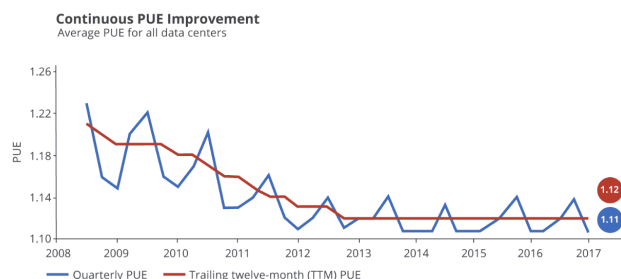


Fig. 2. Evolució del PUE de Google. Extret de: <https://www.google.com/about/datacenters/efficiency/interanal/#measuring-efficiency>

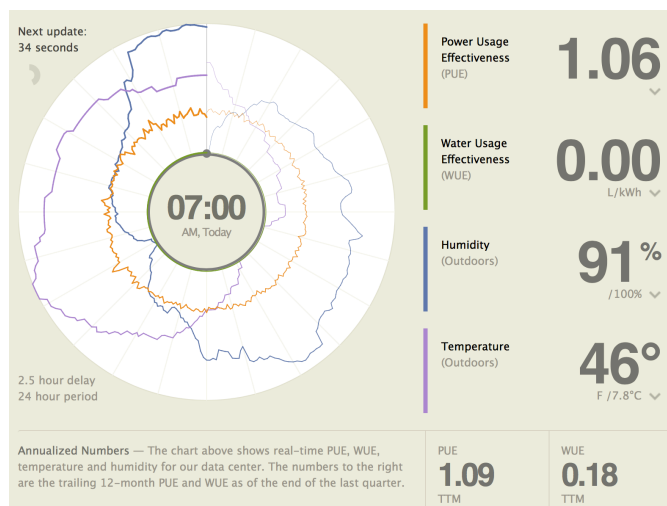


Fig. 3. Dades del 17 d'abril del 2017 a les 9:30 del Prineville Data Center de Facebook. Extret de: <https://www.facebook.com/PrinevilleDataCenter/app/399244020173259/>

Les empreses tecnològiques, tal i com abans s'ha dit, s'han esforçat molt en els darrers anys en reduir el PUE ja que aquest s'havia convertit en l'índex que es considerava més representatiu de l'eficiència i

sostenibilitat mediambiental. Un exemple és Google, que tal i com s'observa a la Fig. 2. ha reduït de forma important el seu índex PUE.

Malgrat tot, el PUE no necessàriament està estrictament relacionat amb l'eficiència en matèria de carboni. Horner i Azevedo il·lustraren aquest fet en un estudi publicat a The Electricity Journal on utilitzaren dades de consum d'una mostra de 32 Data Centers.

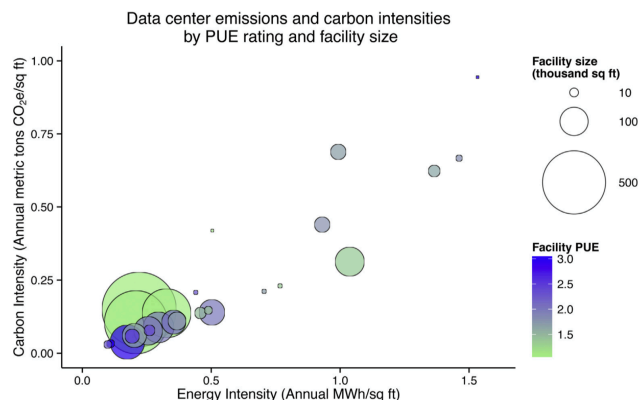


Fig. 4. Intensitat energètica anual respecte les emissions de gasos d'efecte hivernacle i comparació amb el seu PUE de 26 Data Centers dels EEUU. Extret de: [1].

La Fig. 4. mostra que el PUE i la grandària del Data Center no estan directament ben relacionades amb la despesa energètica i l'ús de carboni. A l'eix horitzontal s'hi representa la intensitat energètica o l'energia per peu quadrat ($1 \text{ sq ft} = 0.093 \text{ m}^2$) mentre que a l'eix vertical s'hi representen les emissions de carboni també per unitat de superfície. L'àrea dels cercles correspon a la superfície dels diferents Data Centers i el seu color està relacionat amb el seu PUE, com més verd el PUE serà més proper a 1 i per tant l'eficiència energètica serà, en un principi, millor.

S'observa, doncs, que la intensitat d'energia està altament relacionada amb la intensitat de les emissions de gasos que contribueixen a l'efecte hivernacle; això és degut a la manera com es calculen aquestes emissions de carboni, que està directament relacionada amb l'energia que es gasta. Malgrat tot, mentre que Data Centers petits tendeixen a tenir millors índex de PUE, a la gràfica s'observen tres Data Centers molt grans (cercles grossos) que no només aconsegueixen tenir un molt bon PUE (són verds) sinó que també tenen una intensitat d'emissions de carboni baixes. Això, però, no sempre és així: si ens fixem en la franja d'intensitat d'energies de 0.5 MWh/sq ft , per exemple, veiem per una banda que

Data Centers de grandàries molt diferents tenen la mateixa intensitat d'energia però per l'altra també s'observa que consumint la mateixa quantitat d'energia per unitat de superfície, tenim un Data Center petit que emet una quantitat de carboni important però que a la vegada té un PUE proper a 1, força millor que d'altres Data Centers que tenint la mateixa despesa energètica són millors pel que fa a les emissions de carboni. Conseqüentment, es pot dir que el PUE és un indicador no gaire veraç pel que guarda relació amb la sostenibilitat d'un Data Center. Malgrat tot, sent l'índex de referència, moltes de les grans empreses a nivell mundial s'han centrat bàsicament a reduir aquest valor, no havent d'implacar necessàriament una millora de la sostenibilitat dels seus centres.

IV. UNES ALTRES DADES...

Segons dades del Banc Mundial, l'any 2012 encara més del 15% de la població mundial no tenia accés a l'electricitat. És ben clar que en els països desenvolupats aquest percentatge és pràcticament del 100% (encara que la pobresa energètica existeixi en moltes llars a prop nostre), però en d'altres regions, sobretot en països africans, com Malawi, Lesotho o Sudan del Sud, el percentatge de persones que tenen accés a l'electricitat no arriba al 10%. Aquestes xifres són encara més alarmants si tenim en compte únicament la població rural, la que no viu en ciutats. El nombre de països on el percentatge de persones vivint en zones rurals i que no disposa d'accés a l'electricitat no arriba al 10% s'enfila fins als 22, tots ells situats al continent africà, sobretot a l'Àfrica Subsahariana.

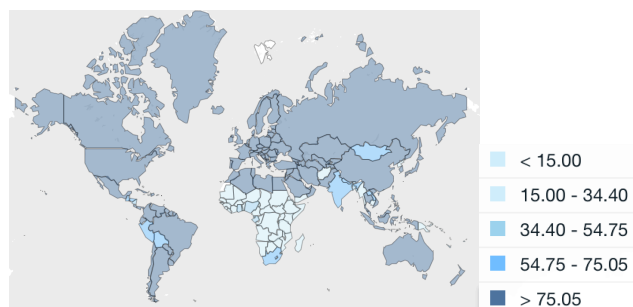


Fig.5. Mapamundi del percentatge de població rural que té accés a l'electricitat. Extret de:

<http://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS>

El que el percentatge de població que té accés a l'electricitat estigui al voltant del 85% no implica per a res que estigui ben distribuïda. Gairebé la majoria de la

població que viu en països desenvolupats o en vies de desenvolupament té accés a l'energia tal i com l'entnem a la nostra societat. Per altra banda, si ens fixem en els països més endarrerits, veiem que hi ha enormes diferències: no pot ser que mentre la major part de països tinguin una taxa del 100% d'accessibilitat a l'electricitat, n'hi hagi una quinzena en els quals aquest percentatge no arriba al 20%, només un de cada 5 dels seus habitants disposa d'ella.

V. DISCUSSIÓ

Per una banda hem parlat de l'enorme consum d'energia per part dels Data Centers, per l'altra, hem vist que encara hi ha milions de persones que no disposa d'electricitat a casa seva. Tot plegat és contraproductiu: mentre en una part del món gasta milions i milions de watts d'energia mantenint milions i milions de bytes de dades, una altra part no disposa ni de 60 W per tenir una mica de llum a la nit. És evident que ens hem de preocupar per fer els dispositius cada cop més eficients i per a que aquests gastin menys energia, però tot aquest esforç que s'està fent es podria també destinar a fer arribar energia elèctrica, amb tot el que això comporta, a zones on no se'n disposa.

Necessitem reduir el consum, millorar l'eficiència elèctrica dels dispositius, obtenir el màxim rendiment utilitzant la mínima energia possible. Aquest és un pas important per reduir cada vegada més les emissions de gasos d'efecte hivernacle i contribuir a un repartiment més equitatiu de l'energia en les diferents regions del planeta.

Necessitem també una nova energia, una energia neta, fàcil d'obtenir i de distribuir, assequible, etc. Necesitem una energia que pugui alimentar en primer lloc a totes aquelles persones que encara no disposen d'electricitat i després que sigui capaç d'abastir la despesa elèctrica del món actual i del món del futur.

Els enginyers i els físics, en particular, juguen un paper clau en l'objectiu de garantir una energia sostenible, moderna i segura per a tothom. El futur de l'energia passa per millorar el rendiment dels dispositius elèctrics, com per exemple els servidors dels Data Centers, per tal de, fonamentalment, reduir-ne el seu consum, aquí l'enginyeria hi té un paper molt important:

volem dispositius molt eficaços i és per això que es necessita recerca i innovació, per tal d'anar-los millorant poc a poc. També volem noves fonts d'energia, accessibles per a tothom i, en particular, que puguin abastir elèctricament als Data Centers per tal de fer-los més sostenibles en tots els aspectes mediambientals. Volem fonts d'energia que no siguin contaminants, fàcils d'obtenir i de fer arribar a qualsevol lloc del planeta. Per això també necessitem físics i enginyers, i serà també a través de la recerca que un dia podrem arribar a disposar d'aquestes noves energies que contribuiran a un món més just i sostenible. I és que en el camp de les energies, entre molts altres camps, els enginyers físics tindrem la possibilitat de treballar-hi, ja que és un camp que necessita, ara per ara, bastanta recerca i innovació.

És per això que cal treballar, conscienciant al planeta de la necessitat de canvi, millorant els dispositius, incrementant l'eficiència dels aparells, investigant possibles noves fonts d'energia, etc. De fet, tothom té un paper important en els *Objectius del Desenvolupament Sostenible*, cadascú és capaç de contribuir d'alguna manera a fer d'aquest món un món millor.

VI. BIBLIOGRAFIA

- [1] Horner, N. i Azevedo, I. (2016). Power usage effectiveness in data centers: Overloaded and underachieving. *The electricity journal*. 29, 61-69.
- [2] GreenPeace (2015). Clicking clean: A Guide to build the Green Internet. *Online*.
- [3] Ristic, B., Madani, K. i Mackuch, Z. (2015). The water footprint of Data Centers. *Sustainability-Open Access Journal*. 7, 11260-11282.
- [4] Koomey, J.G. (2011). Growth Data Center Electricity Use 2005 to 2010. *Anal Press*, 1-24.

Introducció:

Pot semblar un tòpic començar aquesta reflexió parlant de quant afortunats som d'estar estudiant una carrera com Enginyeria Física a una universitat com la UPC, a una ciutat com Barcelona, però mai un tòpic havia estat tan cert. Es pot escriure en majúscules, es pot dir més alt, però no més clar: som uns privilegiats, i sovint ens n'oblidem. I sí, no és només un privilegi estar a un pis o una residència amb totes les facilitats possibles, sinó també saber trobar solucions a l'equació de Schrödinger a un "*potential well*" o saber calcular el voltatge de sortida d'un circuit RC. Saber fer qualsevol d'aquestes dues coses difícilment se li passarà mai per la ment a cap dels més de 2200 alumnes de l'escola d'ensenyament primari de Kiberia, un dels suburbis més grans de Nairobi, a Kènia. I és que per la majoria d'estudiants d'aquesta escola, anar a classe és molt més que aprendre a sumar i a restar, en el seu cas: és la única manera que tenen de sobreviure.¹ Tal i com explica Margaret Atieno Ocheng, la directora d'aquesta escola de primària, per a la majoria d'alumnes, l'àpat que fan a l'escola és l'únic que fan durant tot el dia, així que anar a escola és pràcticament sinònim de supervivència. Aquest és un mer exemple de les moltes escoles d'aquest tipus que hi ha al

món, la majoria de les quals estan concentrades a l'Àfrica.

Així doncs, en aquesta introducció hem presentat dos escenaris completament diferents, però amb un denominador comú: l'educació, i aquest serà precisament l'objectiu de desenvolupament en que ens centrarem en aquest article: l'educació de qualitat.

Declaracions, tractats i legislació:

La importància de l'educació no ha passat desapercebuda per la Declaració Universal dels Drets Humans, que en el seu article 26 ja parla dels objectius de l'educació, que al seu torn afecta la manera com s'ha d'ensenyar i l'ambient en el qual s'ha d'ensenyar. Segons aquesta declaració, "l'educació ha d'estar dirigida en el ple desenvolupament de la personalitat de l'individu i l'enfortiment del respecte pels drets humans i les llibertats fonamentals". Així doncs, l'objectiu de l'educació va més enllà de la mera adquisició de coneixements literaris o científics, per exemple, i també inclou habilitats com la capacitat de prendre decisions encertades, de desenvolupar la pròpia creativitat, o resoldre conflictes amb responsabilitat. Així doncs és un concepte molt més ampli del que sovint pensem. Potser pensarem a hores d'ara que la Declaració Universal dels Drets Humans peca de ser massa generalista, però és que

¹ Teaching to transform lives in Liberia Slum. https://www.youtube.com/watch?v=745LvT_iBQY

aquesta va de la mà de moltes altres declaracions i tractats que especifiquen de manera molt més concreta com ha de ser un ensenyament de qualitat. Per exemple, el primer comentari general de “*Aims of Education, Committee on the Rights of the Child*” apunta la necessitat d’eliminar dels llibres de text i programes d’estudi qualsevol concepte estereotipat del rol de l’home i la dona en la societat, mentre que l’article 24 de l’*African Charter on the Rights and Welfare of the Child* parla de la necessitat d’adaptar l’educació als alumnes amb discapacitats. Finalment, l’article 2 de l’*UNESCO Convention against Discrimination in Education* parla de la necessitat que l’educació de qualitat sigui la mateixa per a nois i noies.

Aquests són alguns exemples de corol·laris de l’article 26 de la Declaració Universal dels Drets Humans que han estat establerts per múltiples organismes. En podríem citar molts altres, però crec que aquests en són representatius.

Dos apunts importants sobre aquestes declaracions: d’una banda, la majoria estarem d’acord en que són condicions necessàries per a un ensenyament de qualitat, però la pregunta és: són suficients? M’explico: si bé és cert que totes aquestes declaracions compten amb l’aprovació de l’ONU, de la qual la gran majoria d’estats en formen part, i són públiques des de fa

bastant de temps (la Declaració Universal dels Drets Humans data de 1945), el cert és que encara hi ha molts països en els que no es compleixen. Un exemple n’és Tanzània, un país en el que més del 40 per cent dels adolescents no gaudeixen d’educació secundària, a causa de la falta d’escoles d’ensenyament secundari en àrees rurals o la política d’acceptació en aquests instituts discriminatòria envers les dones embarassades o casades. Aquesta última raó, per exemple, entra en clara contradicció amb un dels tractats que hem esmentat anteriorment en el que es demanava un tractament equitatiu a homes i dones en l’àmbit acadèmic². Així doncs, tornem a la pregunta inicial: són suficients tots aquests tractats? L’exemple de Tanzània mostra que no, que no n’hi ha prou amb una sèrie de declaracions impecables sobre el paper per a aconseguir a efectes pràctics una educació de qualitat.

Quin és el problema?

Quin podria ser el problema per al que països com Tanzània encara queden lluny dels estàndards d’un ensenyament de qualitat? La resposta, al nostre parer, és que l’assoliment d’un ensenyament de qualitat és una meta que va estretament lligada a altres paràmetres del benestar d’un país, com l’accés a recursos de primera necessitat,

² “I had a dream to finish school” Barriers to secondary education in Tanzania. Elin Martinez, Human Rights Watch.

l'estabilitat econòmica, la justícia social o la democratització de la política, i que només un cop aquests s'hagin assolit podrem parlar d'educació de qualitat. En l'exemple que posàvem a l'inici de l'article, això es fa ben pal·lès: la directora de l'escola de primària ens explica com la majoria d'alumnes no tenen accés a aigua potable a les seves respectives cases, i només en gaudeixen quan van a l'escola.

Dit això, si bé és cert que en molts casos la manca d'una educació de qualitat va estretament lligada amb la deficiència de recursos de primera necessitat com l'aigua, hi ha casos en els que aquestes necessitats estan cobertes i tot i això hi ha múltiples indicis que la qualitat de l'educació no és la desitjada.

En efecte, si prenem com a referència els estàndards de la OECD (Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic, per les seves sigles en anglès), i ens centrem en les famoses proves PISA, que avaluen aquests estàndards a alumnes de quinze i setze anys de fins a 68 països del món en ciència, matemàtiques i llengua, ens adonarem que és cert que hi ha una certa correlació entre resultats positius a les proves i benestar econòmic, però amb una gran quantitat de matisos. Sense anar més lluny, a Espanya, els resultats de les proves deixen entreveure una notòria diferència entre els resultats d'alumnes immigrants i

els no immigrants. A altres països del nostre entorn com França, els resultats també revel·len una tendència similar: una gran desigualtat en els resultats en funció del *social background*. Recordem que estem parlant de països del que molts anomenen “primer món”, i no obstant, els resultats que acabem de subratllar clarament contradiuen les condicions d'igualtat en l'educació independentment de factors socials o econòmics que caracteritzen l'educació de qualitat segons qualsevol dels tractats que hem citat al principi de l'article.³

Per tant, les proves PISA demostren que fins i tot en la majoria de països “desenvolupats” l'educació encara està lluny dels ideals d'una educació de qualitat.

També cal comentar, però, que no tot són males notícies en els resultats de les proves PISA. En paràmetres com l'equitat entre gèneres, la gran majoria de països superen la mitjana demanada per la OECD. Dades com aquesta eren impensables fa dos segles, per exemple, ja que llavors només alguns fills (en masculí) de famílies benestants podien gaudir d'una educació secundària.

Les proves de les quals hem comentat els resultats són de 2015, però la Unió Europea ja va proposar algunes mesures per tal de millorar els punts esmentats. Una d'elles va ser facilitar l'escolarització abans de l'educació primària (és a dir, abans dels sis anys) i altres mesures com l'ampliació de

³ Ens hem basat en “PISA 2015: EU Performance and initial conclusions regarding educational policies in Europe”.

l'horari escolar en certs països. Tot i que creiem que aquest tipus de mesures poden ser favorables en alguns casos, la raó de fons de les desigualtats en qualitat educativa entre *social backgrounds* és econòmica: les famílies benestants porten els seus fills en escoles privades, on reben una atenció més individualitzada i milloren en molts casos respecte el rendiment que tindrien en un centre públic, on, si la situació econòmica del país no és massa bona, estaran en classes amb un alt ratio d'alumnes per aula i amb molts menys recursos.

Sembla doncs complicat d'assolir una completa igualtat en aquest punt, ja que no sembla raonable eliminar l'educació privada (entra dins els drets de qualsevol ciutadà portar els seus fills a un centre privat si vol i s'ho pot permetre econòmicament), i la solució sembla passar per una millora de l'educació pública, que al seu torn depèn de l'economia nacional.

Solucions

Tal com hem dit abans, molts dels impediments en l'assoliment d'una educació de qualitat queden fora del nostre abast individual, ja que depenen de factors com la política del país en qüestió o la seva estabilitat econòmica. Tot i això, és innegable que hi ha moltes maneres d'ajudar en l'acompliment d'aquest objectiu. Observem per exemple alguns dels objectius que s'ha marcat la ONU pel 2030:

By 2030, ensure that all girls and boys have access to quality early childhood development, care and preprimary education so that they are ready for primary education

By 2030, ensure equal access for all women and men to affordable and quality technical, vocational and tertiary education, including university

By 2030, eliminate gender disparities in education and ensure equal access to all levels of education and vocational training for the vulnerable, including persons with disabilities, indigenous peoples and children in vulnerable situations

By 2030, ensure that all youth and a substantial proportion of adults, both men and women, achieve literacy and numeracy skills.

By 2030, ensure that all learners acquire the knowledge and skills needed to promote sustainable development, including, among others, through education for sustainable development and sustainable lifestyles, human rights, gender equality, promotion of a culture of peace and non-violence, global citizenship and appreciation of cultural diversity and of culture's contribution to sustainable development

By 2030, substantially expand globally the number of scholarships available to developing countries, for enrolment in higher education, including vocational training and information and

communications technology, technical, engineering and scientific programmes, in developed countries and other developing countries

By 2030, substantially increase the supply of qualified teachers, including through international cooperation for teacher training in developing countries.

De bona part d'aquests objectius ja n'hem anat parlant al llarg de l'article, però també n'esmenten alguns de nous, com la necessitat d'alfabetització (entesa com capacitat de llegir, escriure i fer operacions numèriques bàsiques) del 100% de la població. Una manera d'ajudar en aquesta causa en particular és contribuir o bé econòmicament o bé com a voluntariat a conegudes ONGs com Amnistia Internacional, o altres amb objectius més específics, com "Room to Read", una ONG relativament nova, amb bastant d'impacte en les xarxes socials (que per cert, són una altra eina molt potent per promoure qualsevol objectiu de desenvolupament sostenible, compartint vídeos o notícies per tal de fer-ne difusió entre els teus amics), i que es dedica bàsicament a promoure l'alfabetització al sud d'Àfrica i a zones pobres de l'Àsia tot promovent la igualtat de gènere, amb iniciatives com promoure la publicació de llibres en l'idioma natiu.

Un altre dels objectius pel 2030 que apunta l'ONU i que és completament necessari tenir en compte si volem parlar d'educació de

qualitat és el de promoure educació en tots els nivells per a nens amb discapacitats. Un dels punts més importants i alhora senzills en el que ens podem involucrar és el de fomentar a l'aula un ambient en el que es puguin socialitzar com qualsevol altre alumne, és a dir, fer que tan els professors com la resta d'alumnat el tractin com un més. La quantitat d'ONGs que contemplen aquest fet en algun punt de la seva agenda d'actuació és sorprenentment alt, i una llista exhaustiva de les que treballen al sud d'Àsia la podem trobar al document d'UNICEF "*Children with disabilities: Towards Inclusive Education in South Asia*". En aquest mateix document UNICEF apunta que a dia d'avui, la quantitat de nens amb discapacitat que van a classes diferenciades és desorbitat, i que fins a un setanta per cent dels casos, l'alumne està preparat per anar a una aula estàndard, que com hem apuntat abans, és un punt molt important per al bon desenvolupament social del nen en qüestió.

Què hi podem fer com a Enginyers Físics?

Al llarg de l'article hem anat veient com tot i que una educació de qualitat és quelcom que depèn en gran mesura de l'actuació política dels diferents governs i del benestar econòmic dels diversos països, hi ha molt de marge d'actuació des de la nostra perspectiva d'Enginyers Físics, no només en la participació directa en ONGs com les que s'han esmentat en l'apartat anterior, sinó

també col·laborant en iniciatives que millorin la qualitat de vida dels països més desfavorits, ja que com hem anat repetint al llarg de l'article, l'educació de qualitat va de la mà del benestar econòmic. A continuació posarem alguns exemples d'actuacions concretes que podríem fer com a Enginyers Físics.

En l'exemple que apuntàvem al principi de l'article, el de Kibèria, era urgentment necessari un sistema de distribució d'aigües, i si bé la nostra carrera no està encarada específicament a la construcció d'aquest tipus d'infraestructures, de ben segur que amb els coneixements que hem anat i anirem adquirint de mecànica i fluids podríem ser de gran ajuda.

D'altra banda, un dels grans problemes dels països menys desenvolupats, i que en el nostre dia a dia ni ens plantejem, és la gestió de residus i només de mirar la pàgina d'Enginyers Sense Fronteres de Catalunya, podem veure diversos projectes en els que estan involucrats, i en els que ens podríem implicar no només com a Enginyers Físics, sinó com a Enginyers en general.

Un altre exemple, aquest més encarat als coneixements que hem obtingut a la carrera de Matemàtiques, és un projecte desenvolupat per l'associació *Engineers for Change*, és l'ús d'algorismes de Big Data per tal de detectar fonts de contaminació de

coure (sovint són restes de bombes o bales generades durant un conflicte bèl·lic que s'han filtrat al sòl tot contaminant fonts d'aigua subterrània) millorant així la qualitat de l'aigua de molts països. La idea del projecte és obtenir gran quantitat de dades de localització del coure per tal de processar-les i elaborar un model predictiu que permeti predir les zones amb major i menor contaminació.

En conclusió, al llarg de l'article hem anat identificant a través de diversos exemples quant lluny estem d'assolir una educació de qualitat. La conclusió unànime que en traiem és que malgrat tot el camí recorregut i tots els objectius ja superats, encara queda molt marge de millora per completar aquest objectiu de desenvolupament sostenible, però que fins i tot amb les nostres eines actuals, que a priori ens podrien semblar escasses, podem ajudar a progressar molt en aquest àmbit.

Pol Mestres
Guillem Ramírez

Relació entre l'enginyeria i la bona salut

Martí Montmany Majó, *UPC*

És ben clar que els enginyers juntament amb els metges i altres científics juguen un paper clau en la salut de la societat. Una bona salut depèn de molts aspectes diferents: bona alimentació, hàbits saludables, recursos mèdics adients, etc. La tecnologia i altres aparells que són obra d'enginyers són directa o indirectament responsables d'aquests aspectes. Per tant, com a enginyers, existeix una responsabilitat ètica de pensar en les afectacions que poden tenir les accions que es duen a terme. Quan es realitza un projecte, o es fabrica alguna cosa caldria pensar en si és beneficiós per la societat, o si més no en que no tingui conseqüències negatives pel planeta i els seus habitants.

Els hàbits de vida, que tenen una relació directe amb la bona salut, han variat molt al llarg de la història. I en gran part aquests canvis s'han degut a la creació de noves eines, màquines, sistemes que han creat els propis enginyers. Alguns d'ells han fet la vida més fàcil disminuint riscos laborals, millorant les eines sanitàries, facilitant el transport i la comunicació entre països.

Per altra banda molts d'aquests avenços també han afectat negativament la salut pública. Un clar exemple n'és la contaminació de l'aire. Un estudi de la qualitat de l'aire de l'estat Espanyol presentat el 2014 per 'Ecologistas en Acció' afirma que el 95% de la població espanyola respira aire contaminat amb nivells superiors a les recomanacions de la Organització mundial de la Salut (OMS), degut principalment al tràfic en les zones metropolitanes.

Cal dir que la gran part de la responsabilitat no recau en els enginyers en sí, sinó a les grans empreses i en els governs de molts països que haurien de crear noves regulacions molt més restrictives. Cada cop hi ha més economistes que opinen el creixement econòmic de la gran majoria de països (països del primer món i països en desenvolupament) és insostenible. S'està malmetent el planeta i esgotant els recursos afectant així a les futures generacions i també a la seva salut.

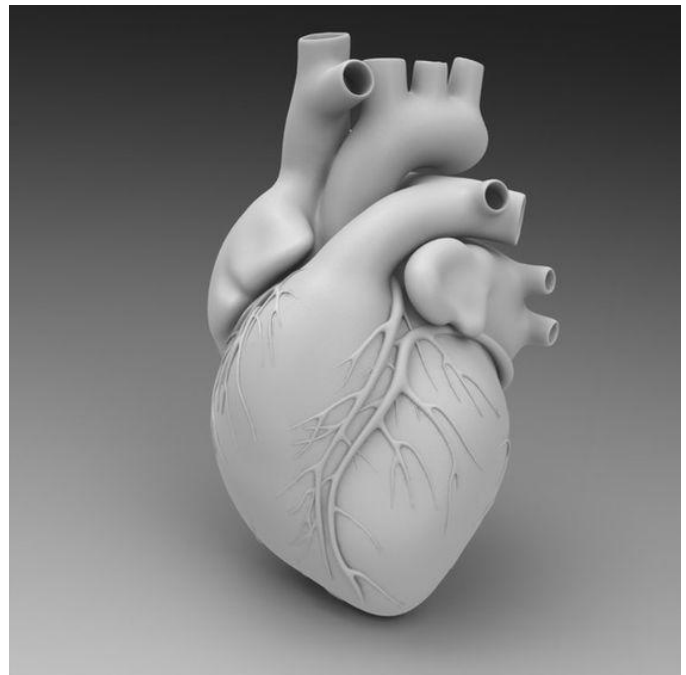
Aquest text data del 21 d'abril de 2017. Ha estat escrit per Martí Montmany Majó estudiant d'Enginyeria Física de la Universitat Politècnica de Catalunya per tal d'assolir les competències en sostenibilitat i compromís social. Arenys de Mar.

En el camp de la medicina els enginyers poden jugar un paper molt important. Tal i com diu la pròpia definició d'enginyeria és l'aplicació de coneixement científic, econòmic i social amb la fi de dissenyar, construir i mantenir bones condicions d'operació dels equipaments, maquinaria, processos, mecanismes i instruments. De fet ja han fet grans aportacions, i actualment molts dels equipaments mèdics dels hospitals utilitzen tecnologies que són producte d'enginyers: Làsers, màquines per a fer tota mena de radiografies, marcapassos.

La base fonamental dels bons enginyers és un profund coneixement matemàtic, mentre que els metges una forta base en biologia. L'enginyeria mèdica comprèn una gama ampla d'activitats i rep el nom alternatiu de Bioenginyeria, que implica l'enfoc multidisciplinari de la professió d'enginyer amb el coneixement de medicina. És per això que crec que el Grau en Enginyeria Física dóna una base sòlida en molts dels camps que són importants en aquest àmbit com són: fonaments en matemàtiques, física i química, instrumentació electrònica, programació i aplicació de ordinadors i una petita base en biologia.

La enginyeria mèdica és necessària per la indústria de la salut, un dels sectors industrials més gran del món. Les feines que pot fer un enginyer per al servei de la salut són molt diverses. Poden treballar en el disseny, desenvolupament i fabricació d'equipaments mèdics, en hospitals i clíniques proporcionant serveis que no siguin clínics. També poden treballar en el manteniment preventiu i correctiu d'equipaments mèdics, calibració d'instruments, assessorament tècnic i instruir personal clínic en el maneig d'equipaments delicats i costosos.

Un exemple de les aplicacions que poden tenir els coneixements típics de les enginyeries en el món de la medicina és el projecte que està realitzant Daniel Garcia, enginyer en telecomunicacions. Aquest consisteix en desenvolupar models computacionals per analitzar amb alta precisió la generació de taquicàrdies ventriculars. La idea es perfeccionar el procediment clínic de la taquicàrdia ventricular, combinant informació d'experiments i imatges per ressonància magnètica integrant-ho tot en un model 3D.



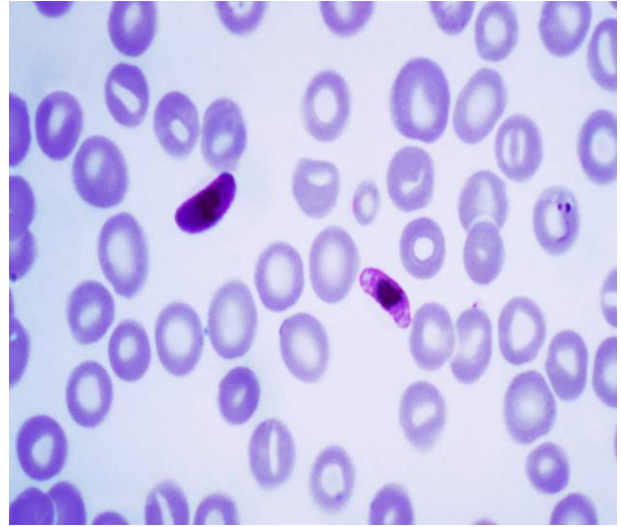
Model 3D d'un cor. Autor: I.D Guy

Un altre exemple és el descobriment i la posterior manipulació de l'ADN (camp encara en desenvolupament) que han aportat a la medicina les pautes per la prevenció, tractament i curació d'un cert nombre de malalties. Entre altres aplicacions : Obtenció d'hormones, obtenció de vacunes recombinants, diagnòstic de malalties genètiques i teràpia genètica de malalties incurables.

El camp de la manipulació genètica que encara continua sent molt innovador (en el sentit de que encara hi ha moltes coses per fer i/o descobrir) és vist malament per una part de la població, ja que planteja problemes ètics i morals. Però no es pot negar la gran utilitat que té i tindrà per a la humanitat.

Per exemple un equip del centre d'investigació de malalties infeccioses (CIDR) ubicat a Seattle amb col·laboració dels investigadors del Centre d'Investigació Oncològica Fred Hutchinson han creat una varietat del *Plasmodium falciparum* (paràsit que provoca la malària) atenuada genèticament amb l'objectiu de crear una vacuna contra la malària. Han canviat tres gens del paràsit aconseguint que una població d'exemplars debilitats. Han infectat amb aquests a mosquits que han picat una dotzena de voluntaris, dels quals cap ha desenvolupat la malaltia, però han activat el sistema immunitari contra el patogen.

Aquest és un dels milers d'exemples en que es pot veure la gran utilitat de les noves tecnologies que es desenvolupen i de la importància que té el fet de seguir investigant i desenvolupant noves eines per poder fer coses noves i favorables per a tots. El futur és a les nostres mans.



Mostra de sang que conté varies formes del paràsit de la malària, '*Plasmodium falciparum*' CDC/DR. MAE MELVIN

REFERÈNCIES

- [1] Noelia Perez. (2016, maig). El future de la medicina, en manos de la 'ingeniería genética'. *20minutos*. [diari]. Disponible: <http://www.20minutos.es/noticia/2721809/0/ingenieria-medicina-genetica-avances-genoma-humano-cura-cancer/>
- [2] Manuel Angel Criado. (2017, gener) . Manipulan los genes del parásito de la malaria para lograr una vacuna. *El País* [diari]. Disponible: http://elpais.com/elpais/2017/01/04/ciencia/1483521470_243672.html
- [3] Javier Sanpedro. (2017, gener). Manipulando genes contra la Malaria. *El País* [diari]. Disponible: http://elpais.com/elpais/2017/01/06/ciencia/1483730996_341089.html
- [4] Salvador G.Lignan. (2014, març). Ingeniería médica (opinión). *El Financiero* [diari]. Disponible: <http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/ingenieria-medica.html>
- [5] Carol A. Adams & Nongnooch Kuasirikun (2000) A comparative analysis of corporate reporting on ethical issues by UK and German chemical and pharmaceutical companies, *European Accounting Review*, 9:1, 53-79, DOI: 10.1080/096381800407941
- [6] Elisa Cardenal. (2015, juny). 27.000 muertes prematuras en España debido a la contaminación. *El Mundo*[diari]. Disponible: <http://www.elmundo.es/ciencia/2015/06/23/55894b35ca4741472f8b457c.html>
- [7] Roberto Bécares (2014, desembre) Un ingeniero al servicio de la salud. *El mundo* [diari]. Disponible: <http://www.elmundo.es/madrid/2014/12/07/5484a35eca4741781d8b48d5.html>

Ingeniería Física en la Salud y el bienestar

Pablo Navarro Acero

II. SALUD Y BIENESTAR

Índice de términos —avances, bienestar, ciencia, colaboración, competencias, complementarias, desarrollo tecnológico, eSalud, jugar un papel, multidisciplinar, países desarrollados, prioridades, sostenibilidad.

I. EL TEMA A TRATAR

El mundo científico así como la ingeniería y otras ramas de la técnica impulsa nuestra sociedad hacia adelante con avances y nuevos descubrimientos. Debido a la globalización y a la inevitable aplicación de estos avances en otros campos cada vez son más (si no son ya todos) los sectores que se benefician y progresan a hombros de la ciencia. Y es que en nuestro día a día utilizamos dispositivos, servicios o productos que han sido el resultado de un esfuerzo y una investigación que a veces es fácil olvidar por la normalidad que le damos a su uso.

Ingeniería Física, así como cualquier otro grado nos permitirá aportar nuestro granito de arena al desarrollo de la humanidad en muchos aspectos. Teniendo en cuenta las competencias que se adquieren a lo largo de la carrera y las salidas laborales podemos prever y empezar a pensar cual queremos que sea nuestro papel en el futuro. Acabemos en el sector que acabemos, contribuiremos de alguna forma valiosa y única al futuro de nuestra sociedad. En este artículo nos centraremos en el posible papel que podría jugar ingeniería física en la salud y el bienestar y las implicaciones que tiene el hecho de contribuir en estos campos, además de las implicaciones que tiene en general contribuir al desarrollo de unos sectores u otros.

Es importante que entendamos que queremos decir cuando hablamos de salud y bienestar, obviamente están relacionados pero no son lo mismo. Por salud nos referiremos a las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento tanto físico como emocional y mental con la correspondiente ausencia de enfermedades. El bienestar por otro lado se refiere al conjunto de todo lo necesario para vivir bien. No solo sobrevivir con lo necesario sino gozar de cierta tranquilidad y confort. Por ejemplo el desarrollo que se hizo en su día de la aplicación de whatsapp para poder comunicarte con tus amigos o conocidos lo clasificaríamos como parte de aquello necesario para alcanzar cierto bienestar. El desarrollo de un tratamiento para una cierta enfermedad así como los medicamentos necesarios respondería a una necesidad que entraría dentro de la salud. También existe una tercera categoría de avances que no responden de forma directa a la mejora de la salud de las personas pero que a largo plazo aumentan la esperanza de vida de toda una sociedad: transportes, enseñanza, estabilidad institucional, sistemas y condiciones de seguridad en el trabajo...

Es evidente por tanto que en general la salud tendrá prioridad sobre el bienestar y por eso quizás encontraremos más aplicaciones de la ingeniería en la primera. Pero no debemos subestimar el valor del bienestar hasta cierto punto puesto que, como se ha mencionado, en muchos casos influye directamente en la salud. De hecho, es importante saber en que conviene invertir los conocimientos que obtendremos a lo largo del grado, dado que seremos nosotros los que escogeremos nuestro campo o campos de trabajo. Para ello conviene informarse acerca de las posibles opciones, pensar donde

queremos nosotros aportar algo y que implicaciones tendrá aquello que aportemos.

III. INGENIERÍA FÍSICA EN LA SALUD

La medicina es uno de esos campos que ha avanzado a un ritmo acelerado durante los últimos años. Los avances en tratamientos, optimización de procesos que antes eran más costosos, desarrollo de medicamentos... son algunos ejemplos de las innovaciones que se han llevado a cabo gracias a nuevos descubrimientos e investigación. Y como no podía ser de otro modo las ingenierías han jugado un papel inestimable en estas transformaciones así como la ciencia en general.

Nos centraremos, como hemos mencionado, en la relación con ingeniería física aunque no es ni mucho menos la única rama de la técnica que juega un papel importante al respecto. Por poner algunos ejemplos muy sencillos que nos den una visión más amplia al respecto: la Ingeniería Informática ha contribuido al desarrollo de sistemas que permiten llevar un seguimiento de los expedientes de miles de pacientes en el caso de hospitales o de los medicamentos disponibles en el caso de farmacias evitando el caos que conllevaría utilizar cualquier otro sistema "físico", la realización de simulaciones utilizando modelos matemáticos tanto con fines educativos como de investigación, el desarrollo de programas e instrumentación necesarias para llevar a cabo operaciones hasta hace poco imposibles... Las telecomunicaciones por otro lado también han sido de vital importancia para la coordinación de servicios de emergencia, operaciones de rescate y entre hospitales, difusión de información de carácter educativo con el fin de prevenir enfermedades o complicaciones... De hecho, las aplicaciones en medicina de estas dos ingenierías son tan importantes que el conjunto de todas ellas tiene nombre propio: eSalud. La Ingeniería Química a su vez contribuye a la síntesis de fármacos y desarrollo de nuevos compuestos con un fin terapéutico. A raíz de estas aplicaciones encontramos la química medicinal. Y ya con un carácter más general podemos encontrar la ingeniería médica, también conocida como Bioingeniería o Ingeniería Biomédica. Que contribuye sobre todo al desarrollo de instrumentación, trabajo no clínico en hospitales, centros de investigación...

Y como no podía ser de otro modo, en ingeniería física también encontramos muchas posibles aplicaciones en el campo de la medicina. Y es que la física juega un papel muy importante a nivel de diagnóstico por imagen, tratamiento de enfermedades, técnicas de medición fisiológica, protección radiológica, tomografía, electrónica... Dentro del diagnóstico por imagen encontramos diferentes métodos: ecografía, medicina nuclear, imagen por resonancia magnética, tomografía de impedancia eléctrica, magnetoencefalografía... El conjunto de estos métodos recibe el nombre de radiología y es la disciplina que se ocupa de crear imágenes del interior del cuerpo mediante agentes físicos (rayos X, ondas, campos magnéticos...) para el diagnosticar o examinar enfermedades. La tomografía por emisión de positrones por ejemplo, una técnica no invasiva de diagnóstico e investigación a través de la medición de la actividad metabólica del cuerpo humano, basada en detectar y analizar la distribución que adopta un radiofármaco dentro del cuerpo. Es muy importante en neurología, cardiología e incluso en estudios de experimentación clínica. La tomografía de impedancia electrónica es clave en la detección temprana de Cáncer de mama. Se basa en la variación de la conductividad eléctrica según el tipo de tejido, la temperatura y otros factores fisiológicos. Utilizando electrodos adheridos a la piel y una corriente alterna de unos pocos mili-Amperios a una frecuencia de 10-100kHz. Otra técnica más conocida sería la radiografía en la cual la imagen se obtiene al exponer al paciente a una fuente de radiación muy energética que se obtiene de isótopos radioactivos. Al interponer un objeto entre la radiación y el receptor las zonas más densas aparecen con distintos tonos de las zonas menos densas. Por último la ecografía, también llamado ultrasonografía o ecosonografía. Un procedimiento que genera imágenes bidimensionales o tridimensionales. Utilizando un instrumento similar a un micrófono llamado transductor (transductor electroacústico, dispositivo capaz de transformar la energía acústica en energía eléctrica) se recoge el eco de unas ondas previamente emitidas de alta frecuencia (ultrasonidos). Un ordenador procesa esta información y convierte el eco en una imagen.

En ingeniería física obtenemos las bases necesarias para entender de forma profunda estas técnicas que son vitales en la medicina de hoy en día además de ver por encima algunas de estas técnicas. El personal médico, con la formación adecuada, podrá utilizar la

instrumentación necesaria para llevar a cabo estos exámenes pero no tendrá la visión del físico que comprenderá detalles que se le escapen a un médico. Cada vez más a menudo nos encontramos con que la manera ideal de enfocar los problemas es a través de equipos multidisciplinares en los que las visiones de los diferentes profesionales se complementen una a la otra. Y es en esa búsqueda de gente con una visión amplia y complementaria donde tiene lugar la entrada del perfil de ingeniero físico (así como muchos otros).

IV. INGENIERÍA FÍSICA Y BIENESTAR

El bienestar siempre ha sido una de las prioridades del ser humano y como tal se ha invertido esfuerzo en conseguirlo a lo largo de la historia. Actualmente puedes escuchar cualquier canción, leer cualquier artículo y aprender sobre cualquier tema por el simple hecho de tener acceso a internet. Se pueden recorrer distancias antes impensables en cuestión de horas, tener acceso a agua potable y energía las 24h... Una serie de ventajas que no se poseían de entrada y que la gran mayoría todavía no posee. Todas ellas vienen como no puede ser de otra forma de investigación, descubrimientos y aplicación de estos de forma (teóricamente) sostenible en nuestras vidas.

De nuevo son muchas las ingenierías que han contribuido a la realización de estas innovaciones como por ejemplo la informática; con aplicaciones que hacen más fácil nuestra vida, internet, ordenadores...; ingeniería industrial con la automatización de procesos peligrosos, optimización, invenciones...; la ingeniería aeroespacial a su vez ha contribuido obviamente en el desarrollo de transportes cada vez más rápidos, el aumento de la seguridad y comodidad en los aviones...

Y no se queda atrás ingeniería física, con sus contribuciones al desarrollo de nuevos materiales, nanotecnología, electrónica, comunicación e incluso enseñanza si se quiere. Y es que dentro de los países desarrollados nadie podría imaginar cómo sería su vida sin cosas como un móvil, una lavadora, la red eléctrica, la red de agua potable, transportes públicos y privados... Y en todos estos avances es innegable que la física es importante. Es complicado muchas veces definir con exactitud las relaciones

entre distintos descubrimientos o invenciones y una rama de la ciencia en concreto puesto que en realidad la línea que separa una rama científica de otra es inexistente y todas están relacionadas.

V. UNA BREVE REFLEXIÓN

Como breve resumen de lo dicho anteriormente podemos destacar varios puntos. En el mundo en el que vivimos todas las profesiones juegan un papel muy importante en el desarrollo humano con aportaciones complementarias desde distintos puntos de vista. Las ingenierías en este marco han sido, junto con otras disciplinas, las impulsoras del desarrollo tecnológico que conocemos. Ingeniería física es física aplicada y como tal contribuye en gran medida en muchos campos, concretamente en la salud y el bienestar como se ha explicado. La gran mayoría de la humanidad aún no tiene acceso a todas estas ventajas y muchas de ellas no son o no se aplican de forma sostenible (entendiendo sostenible como aquel desarrollo que se logra sin perjudicar el medio ambiente y sin poner en riesgo el desarrollo de futuras generaciones).

¿Y es que como se puede garantizar la salud y el bienestar de una generación a costa de la salud y el bienestar de generaciones futuras? Tachar esta actitud de insolidaria sería demasiado amable por parte del autor de este artículo... A mi modo de ver, este problema procede en parte de un defecto que está presente en los países desarrollados sobretodo. El querer vivir con mucho más de lo necesario. Está claro que no es un crimen querer hacer nuestras vidas más cómodas. Pero cuando el conseguir un nivel superior de bienestar pasa por poner en riesgo el bienestar de otras personas, el medioambiente y en definitiva nuestro futuro es cuando hay que pararse a replantearse nuestras prioridades. Como ingenieros físicos tendremos la capacidad de dedicar nuestros esfuerzos en la dirección que consideremos correcta y es precisamente en este punto en el que los artículos que estamos escribiendo cobran importancia y sentido.

REFERENCIAS

[1] (20/04/2017) enginyeriafísica.upc Disponible en:
http://www.upc.edu/grau/fitxa_grau.php?id_estudi=275

<https://enginyeriafísica.etsetb.upc.edu/ca/estudis/competencies/competencies-del-grau-en-enginyeria-física>

[2] (20/04/2017) Wikipedia Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/F%C3%ADsica_m%C3%A9dica

https://es.wikipedia.org/wiki/Imagen_m%C3%A9dica

https://es.wikipedia.org/wiki/Tomograf%C3%ADa_por_emisi%C3%B3n_de_positrones

<https://es.wikipedia.org/wiki/Transductor>

https://es.wikipedia.org/wiki/Tomograf%C3%ADa_de_impedancia_el%C3%A9ctrica

<https://es.wikipedia.org/wiki/ESalud>

[3] (1/02/2016-30/05/2016) Daniel López, Clara Prats. Biofísica 1

[4](19/04/2017) science-engineering.net Disponible en: <http://www.science-engineering.net/engineering/united-kingdom/medical-engineering>

Ciutats i Comunitats Sostenibles

Nigorra Barceló, Joan

Competència Sostenibilitat i Compromís Social

Teoria de Circuits

Grau en Enginyeria Física

Curs 2016/2017

Abstract—Avui en dia, la societat comença a ser conscient de la falta de sostenibilitat en aquest món globalitzat. Un dels objectius principals d'aquest article és intentar fer un anàlisi i reflexió de com es pot millorar la sostenibilitat en les ciutats, comunitats, pobles... ja que aquests llocs són les residències de la majoria dels sers humans que habitem aquest planeta, i del qual en som responsables del seu estat i del seu esdevenir. Per això, tractarem el tema de ciutats i comunitats sostenibles, perquè penso que si s'aconsegueix canviar aquestes comunitats, serà un pas cap a la consciència i cap a la millora general del planeta Terra. Cal dir que és una tasca prou complicada, on hi intervenen oficis de tot tipus i anys de feina i esforç per part de tots. Anem a veure quins són els problemes i de quina manera els podem resoldre o com esperem que els podrem resoldre en un futur el més pròxim possible.

I. INTRODUCCIÓ

ACTUALMENT, el planeta Terra està habitat per 7.125 milers de milions de persones, en una societat on cada cop les desigualtats són majors, globalitzat, contaminat... tots aquests fets, produeixen que el planeta tingui una manca de sostenibilitat important i preocupant.

Els darrers anys, la consciència sobre la importància d'aconseguir un món cada cop més viable i sostenible, ha

cobrat importància, ja que la gent va veient que si l'espai on habita és sostenible en la major part dels àmbits possibles, el lliar de felicitat i de ben estar d'aquesta es veu augmentat. Per aquest fet, en aquest article es tracta el tema de ciutats i comunitats sostenibles, degut a que les ciutats i pobles és la forma d'organització de la vida moderna i on viu la majoria de gent. Per tant, si aconseguir de cada cop fer ciutats més sostenibles, els ciutadans ho agraïran i la Terra en general, també.

Em vull centrar més en la part del meu voltant, i fer un anàlisi d'aquest, ja que si tots intentem aportar el nostre granet de sorra a la sostenibilitat del nostre hàbitat, segur que s'aconseguiran grans avenços.

Aquest camí cap a la sostenibilitat, implica molts professionals, des de polítics amb les seves decisions, arquitectes, químics, enginyers de tot tipus, ja siguin de telecomunicacions, agrònoms, de l'energia..., economistes per obtenir una economia sostenible, i molts més. Però un fet important, és que aquests professionals, han de tenir el recolzament i l'interès de la comunitat, ja que per moltes decisions que es puguin prendre, si la societat no en fa cas, serveixen de ben poc.

Tenim com a exemple, el "Bicing" de la ciutat de Barcelona, on aquest sistema de transport mitjançant la bicicleta, cada dia té més usuaris, i el 2012 n'eren casi uns 200.000 abonats.

II. EXEMPLES DE LES MILLORS PROPOSTES DE CIUTATS

En aquesta part, anem a tractar quines són les millors propostes de les principals ciutats, ja que tenen un suport econòmic gran i poden dur-les a terme, però també com ja sabem, son els nuclis on més emissions de CO2 hi ha, més tractament indegut de residus, major despesa d'energia, major contaminació acústica i lumínica, manca de zones

Aquest document va ser entregat el 21 d'abril de 2017.

Aquest article, ha estat elaborat com a mètode d'avaluació en el camp de competències de la Universitat Politècnica de Catalunya, en concret en la competència de Sostenibilitat i Compromís Social, del grau en Enginyeria Física.

Actualment, l'autor d'aquest article, Joan Nigorra Barceló, es troba estudiant el segon curs del grau esmentat anteriorment, amb adreça de correu electrònic: jnigorra@gmail.com.

verdes... Per això anem a veure quins són una mica els fulls de ruta d'algunes ciutats.

Cal dir que, el tipus de govern de la ciutat influeix molt sobre el seu esdevenir, ja que, segurament si és l'alcaldia és, per exemple, en mans d'un partit de dretes (per exemple al meu poble, el PP), normalment són partits que els punts principals de la seva campanya electoral no siguin els de sostenibilitat. En canvi, si al cap davant hi ha un govern de verds, segurament, tinguin moltes noves propostes per millorar la sostenibilitat.

Cada any, des de 2010, la Comisió Europea, fa entrega del "premi de la capital més verda" d'Europa. Aquest premi fou creat per a reconèixer i incentivar la millora del medi ambient de les ciutats europees, les quals, necessitaven una millora urgent, i també per a posar en comú noves idees de sostenibilitat.

• Estocolm.

Capital de Suècia, fou la primera galardonada el 2010, degut als esforços en tractament de residus, neteja d'aigües i sobretot, perquè va aconseguir que el 95% dels seus habitants viuen a menys de 300 metres d'una zona verda. Els trens i autobusos funcionen en combustibles renovables. En un futur, cap al 2050, l'Ajuntament pretén prescindir totalment dels combustibles fòssils.



• Vitoria – Gasteiz

El 2012, va aconseguir el premi la ciutat vasca (única ciutat espanyola amb aquest distintiu, i també única en el sud europeu). Aquí destaca el gran nombre de zones verdes de la ciutat i la qualitat d'aquestes, es té un control exhaustiu de la flora i fauna, i les mesures per reduir la contaminació lumínica. Destaca com a pla de futur, la reducció del consum domèstic d'aigua a menys de 100 litres per càpita per dia.



• Nantes

Fou capital verda el 2013, situada a l'oest de França, té reforçat pla de transport públic i bicicletes, i millorar al màxim les condicions dels peatons. També ha re introduït els tramvies elèctrics. El seu pla de futur és la construcció de nous trams, millores en la flota d'autobusos i en els carrils per a bicicletes.



• Bristol

La ciutat anglesa, fou premiada el 2015, la qual va invertir 500 milions d'euros en millora del transport públic, i 300 milions en millora de l'eficiència energètica i en energies renovables. Com a conseqüència, les emissions de diòxid de carboni s'han reduït considerablement, i en un futur, vol ser un nucli econòmic d'atracció d'empreses en baixa emissió de gasos.



En resum, aquestes són les ciutats més exemplars d'Europa en quant a sostenibilitat, i es pot veure clarament que la majoria tenen en comú en el seu full de ruta l'augment de zones verdes, augment del transport públic i bicicletes, millora de tractament de residus i aposten, a mig termini, l'eliminació de l'ús de combustibles fòssils i l'aposta per les energies renovables.

Aquestes propostes normalment són implantades per l'ajuntament, i no són fàcils de dur a terme ja que, molts cops un intent de millora de sostenibilitat tindrà l'oposició d'una empresa o un sector privat. Si aquesta empresa és important i té "control" sobre la ciutat, doncs pot fer que les decisions preses per la millora, doncs no s'acabin de dur a terme i es posposin en el temps.

Per exemple, un augment de la flota d'autobusos públics

o de bicicletes públiques, pot tenir a la seva contra l'empresa de taxis d'aquella ciutat, ja que, els taxis perdrien clients.

III. QUINES MILLORES ES PODRIEN FER AL MEU POBLE?

Tal com s'ha explicat anteriorment, es veu que de cada cop les ciutats fan grans inversions i grans propostes per tal de millorar la sostenibilitat d'aquesta. Però, tal com he dit anteriorment, penso que si tots contribuïm en petites accions dia rere dia, es pot agilitzar molt aquest procés de sostenibilitat. És a dir, les grans propostes són molt importants, però porten el seu temps de realització i el seu cost, per això, no ens hem d'oblidar de les accions quotidianes, per tal de millorar la qualitat de vida de comunitats, pobles, barris, ciutats...

Per això, estic interessat en millorar la sostenibilitat del meu poble, Vilafranca de Bonany, al centre de l'illa de Mallorca, on habiten uns 2000 habitants.

Vilafranca és un poble dedicat a l'agricultura i ramaderia, i una petita part al sector serveis. En el meu poble no es pot millorar la xarxa de transport públic, ja que és petit per tenir-ne, però si que es podria millorar la flota d'autobusos de Mallorca en general, per tal de reduir les emissions de CO₂ del transport privat.



Tampoc tenim riu, només un torrent petit, per tant, el tractament d'aigües del riu tampoc és present, i tampoc tenim indústries que aboquin residus al torrent. Però el que si tenim són teuleres, les quals emeten un fum dens i negre. Una forma de millorar seria portar un control de la crema en les teuleres i es podria investigar algun tipus de filtre per posar a les xemeneies i reduir les emissions. Cal afegir que hi ha unes quantes teuleres que han tancat degut a la crisi econòmica i actualment estan abandonades. Es podrien rehabilitar i convertir-les en espais de cultura, casals joves, o fins i tot s'hi podrien fer cultiu d'hort (per exemple, cultiu hidropònic). Una forma de millorar la sostenibilitat és la rehabilitació d'espais abandonats els quals són fonts de brutícia. De fet, el pintor i escultor mallorquí Miquel Barceló, ha comprat una teulera, l'ha restaurada i ara és el seu taller.

Les teulades d'aquestes teuleres i del pavelló, es podrien

cobrir de plaques fotovoltaïques i plaques solars per encalentir aigua i per generar electricitat, per tal de millorar l'ús d'energies renovables del poble.

Parlant de rehabilitació d'espais, al centre del poble hi ha unes quantes cases abandonades, les quals mitjançant un sistema de subvencions, es podrien arreglar i habitar un altre cop.

Malgrat tot, un dels problemes principals és que l'aigua no és potable. Hi ha gent que té cisternes a casa, però la gent que no en té, compra moltes ampolles d'aigua, les quals generen molts de residus plàstics. Per tant, en un futur, mitjançant l'enginyeria, i la ciència en general, es podrien desenvolupar filtres, màquines i sistemes de potabilització d'aigua més potents i econòmics, per tal de solucionar aquest problema.

Això si, hi ha altres problemes els quals s'haurien d'analitzar, però en els darrers anys s'ha fet un avanç. Els vilafranquers, dintre del poble no tenen gaires zones verdes, però a menys de cinc minuts caminant, els habitants poden sortir del poble, el qual està envoltat de muntanyes, camps, boscos i camins. També cal destacar la implantació, ja fa uns anys, de la recollida selectiva de residus, (separant plàstic, paper, vidre, orgànic i rebutj general). També s'han canviat les faroles i l'enllumenat públic, i ara es fan servir llums LED, bombetes de baix consum reduït i bombetes de baix consum.

També la sostenibilitat té a veure amb l'alimentació. Aquests darrers anys, els agricultors i ramaders del poble s'han adonat de que utilitzant tècniques i productes químics, a part de fer malbé el medi ambient, no poden competir amb el mercat nacional i internacional. No poden fer front a les produccions en massa que s'importen i exporten avui en dia per part de les grans empreses. Per tant, l'agricultura i ramaderia ha adoptat una postura més ecològica i sostenible per tal de fer un producte únic i de qualitat i també poder tenir un comerç més just.

IV. COM POT CONTRIBUIR L'ENGINYERIA A LA SOSTENIBILITAT?

Penso, que com a estudiant d'enginyeria física, i projecte de futur enginyer, tan jo com els meus companys, hem de tenir clar que, primer de tot, com a persones, som la generació del futur, i segon, com a enginyers tenim eines possibles per poder ajudar a aconseguir un món millor.

Mitjançant projectes d'investigació, hi ha molts camps on es pot avançar. Anomenaré uns quants.

- ❖ Energies renovables: millora de l'eficiència de molins de vent i plaques fotovoltaïques.
- ❖ Biocombustibles.
- ❖ Bateries d'hidrogen i cotxes elèctrics.
- ❖ Tipus de filtres: ja sigui per filtrar gasos com per filtrar aigua.

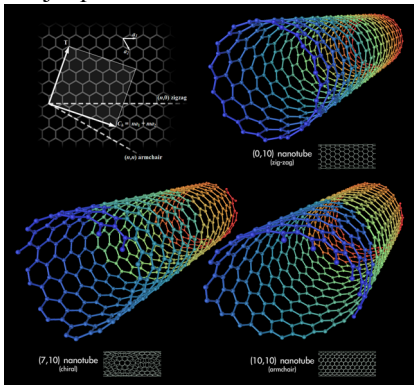
- ❖ Tractaments de residus.
- ❖ Tractament d'aigües.
- ❖ Millora i control de zones verdes.
- ❖ Control de la biodiversitat.
- ❖ Construcció de vies i carrils per a bicicletes.
- ❖ Millora de la xarxa elèctrica i de telecomunicacions.
- ❖ Construcció d'edificis sostenibles.
- ❖ Disseny de materials biodegradables.

I molts més camps els quals ens podem dedicar. Però també cal tenir present la consciència de sostenibilitat a l'hora de desenvolupar els nostres projectes. Des de la UPC, ens estan ensenyant aquests valors i la competència en consciència de sostenibilitat i de com hem de desenvolupar els projectes per a aconseguir-ho.

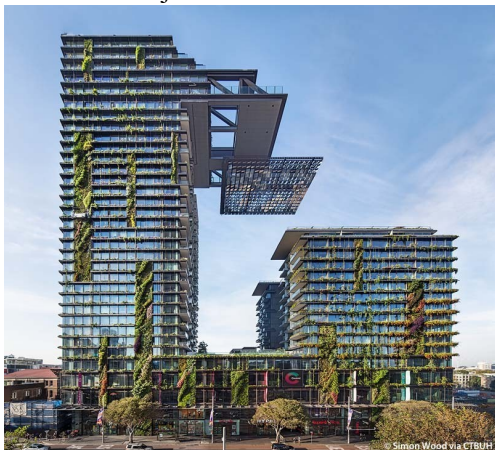
V. JO EN UN FUTUR

Buscant informació sobre aspectes de sostenibilitat i quin paper hi juguen els enginyers, m'han cridat l'atenció uns quants aspectes.

Un d'ells és la investigació de nanotubs de carboni, els quals es poden utilitzar en el tractament i sanejament d'aigua. Això està relacionat amb els estudis d'enginyeria física ja que tractem amb elements a nanoescala.



Després també m'ha cridat l'atenció veure els projectes de les ciutats de jardins verticals.



Finalment, m'interessa la part del funcionament de

plaques fotovoltaïques i el disseny de noves per millorar el seu rendiment i abaratir els costos.

Per tant, m'agradaria en acabar els meus estudis dedicar-me a algun aspecte dels que he mencionat anteriorment i poder entrar en una empresa la qual defensés aquests valors.

VI. CONCLUSIÓ

Així doncs, espero que amb els meus estudis, pugui ajudar al meu poble i a Mallorca en un futur.

Avui en dia, necessitem l'ajuda de tots per adreçar de nou el camí que porta el planeta Terra. En una societat tan globalitzada i competitiva, molts cops els primers aspectes que no presten atenció les empreses i la gent, són els aspectes relacionats amb sostenibilitat i ecologia. Quan s'han d'abaratir costos o quan s'ha d'estalviar, aquests aspectes passen a un pla secundari. És una gran llàstima, ja que si no tenim cura del nostre hàbitat, les futures generacions no tindran un planeta com el que tenim nosaltres ara i del qual podem gaudir.

REERÈNCIES

- [1] Article del diari La Vanguardia.
<http://www.lavanguardia.com/vivo/ecologia/2016/11/24/412133435994/ciudades-europa-verdes-ecologia-sostenible.html>
- [2] Web de consumo colaborativo. Dades del bicig.
<http://www.consumocolaborativo.com/2012/05/23/estadisticas-de-5-anos-y-algunos-meses-de-bicing/>
- [3] EcoinTELigència.
<https://www.ecointeligencia.com/2013/09/10-ciudades-lideres-sostenibilidad-urbana/>
- [4] Article de diari El País.
http://ccaa.elpais.com/ccaa/2016/10/07/madrid/1475833878_817591.html
- [5] Web de la Comunitat Europea.
http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/index_en.htm
- [6] Nanotubs de carboni per a filtrar aigua. El Mundo.
<http://www.elmundo.es/elmundo/2011/05/27/nanotecnologia/1306497639.html>

Indústria, innovació i infraestructura: Una visió des de l'enginyeria física

Josep M^a Panadés Blas, *Student Member, UPC*

Síntesi—Volem aconseguir fer del món un lloc més sostenible. Tenint en el punt de mira l'objectiu d'indústria, innovació i infraestructura ens plantejarem com fer front als diferents reptes que es proposen als enginyers en aquests àmbits. Particularment, des de la condició d'enginyers físics, ens preguntarem com poder afegir els compromisos de sostenibilitat al nostre modus operandi. Veurem els aspectes econòmics, socials i laborals que donaran forma a un món més estable en aquests aspectes. També procurarem donar solucions i possibles millores per a empreses que busquen ser qualificades com a sostenibles i respectuoses amb el medi ambient.

Paraules Clau—Enginyeria, progrés, tecnologia, indústria, Nacions Unides, millora salarial, sostenibilitat, infraestructura, qualitat de vida, investigació, empresa, creixement econòmic, desenvolupament social, energies renovables.

I. INTRODUCCIÓ

DAVANT l'accelerada evolució del panorama mundial a nivell econòmic, polític i social durant les últimes dècades, la Organització de les Nacions Unides (ONU) ens planteja un total de 17 objectius per tal d'assolir una configuració global d'un món més sostenible i més preparat per al futur.

Els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) van ser posats en funcionament el 2015, amb un terme de 15 anys per arribar a les 169 metes específiques establides arran dels objectius. Els ODS són d'ampli abast i s'hi aborden de manera interconnectada els elements del desenvolupament sostenible: el creixement econòmic, la inclusió social i la protecció del medi ambient. Per altra banda, els ODS tenen caràcter multidisciplinari i es dirigeixen a tots els països.

En concret, el novè objectiu, "Indústria, innovació i infraestructura" ens planteja la premissa que el creixement sostingut ha de incloure una industrialització que en primer lloc, ofereixi oportunitats a totes les persones, i en segon lloc, compti amb el suport de la innovació i fomenti la producció d'infraestructures resilents, així és, susceptibles de millorar o ser millorades a partir de les ja existents. El creixement econòmic, el desenvolupament social i l'acció contra el canvi climàtic depenen en gran mesura de la inversió que es realitzi en infraestructures, desenvolupament industrial sostenible i progrés tecnològic.

Discutirem les metes que ens ofereix aquest objectiu des del punt de vista enginyeril, en particular, de la visió que un enginyer físic pot tindre sobre la indústria i la infraestructura,

així com les innovacions i solucions que pot oferir en aquest camp.

II. METES I PROPOSTES

Hom podria pensar que el caràcter d'aquest objectiu es merament concloent o fins i tot redundant, doncs ens els països de l'anomenat primer món vivim rodejats d'indústries punteres en pràcticament tots els àmbits i d'infraestructures que milloren any rere any. No obstant, el cert és que aquestes infraestructures que nosaltres considerem bàsiques com ara les carreteres, les tecnologies de la informació i les comunicacions, un adequat sanejament o la higiene, són encara molt escasses als països en desenvolupament. Així mateix, la indústria en aquests països encara es troba en fases primàries, i no arriba a cobrir les necessitats més fonamentals de la població.



Fig. 1. Modificacions infraestructurals i industrials que modifiquen l'espai natural i el transformen en un espai urbà. Les infraestructures són un component clau en qualsevol entorn. Font: Investing Business Singapore

Partint d'aquesta realitat, podem desglossar l'objectiu en un conjunt de metes que ens permetin enfrontar el problema des de diversos punts. Exposem algunes d'aquestes metes:

- Desenvolupar infraestructures fiables, sostenibles, resilents i de qualitat, incloses infraestructures regionals i transfrontereres, per donar suport al desenvolupament econòmic i el benestar humà, amb especial èmfasi en l'accés equitatiu i assequible per a tothom.
- Promoure una industrialització inclusiva i sostenible i augmentar de manera significativa la contribució de la indústria a l'ocupació i al Producte Intern Brut (PIB), d'acord amb les circumstàncies nacionals, i duplicar aquesta contribució en els països menys avançats.
- Augmentar l'accés de les petites empreses industrials, en particular en els països en desenvolupament, als serveis

financers, inclòs l'accés a crèdits assequibles, i la seva integració en les cadenes de valor i els mercats.

- Augmentar la investigació científica i millorar la capacitat tecnològica dels sectors industrials de tots els països, en particular els països en desenvolupament, entre altres coses fomentant la innovació i augmentant les despeses en recerca, desenvolupament i recursos humans dels sectors públic i privat.
- Augmentar de forma significativa l'accés a la tecnologia de la informació i les comunicacions i esforçar-se per facilitar l'accés universal i assequible a Internet en els països menys avançats [1].

Aquestes metes concretes, definides com a reptes, ens donen una idea clara de com aproximar-nos a l'objectiu. Pel que fa a les millores en infraestructures, cal dir que ens dirigim cap a un món cada cop més urbà, en el qual seran indispensables equipaments estructurals pràctics i eficients, que garanteixin la seguretat i el benestar. Una mica més de la meitat de la població mundial, uns 4.000 milions de persones, viuen avui en centres urbans i per al 2050 es preveu que el 66% dels habitants del planeta es concentraran en àrees urbanes. També es calcula que cap a la data de caducitat dels ODS, l'any 2030, hi haurà al món 41 mega ciutats, amb més de deu milions d'habitants cadascuna. Resulta doncs necessària una adequada planificació i millora progressiva de les infraestructures que constituïran les metròpolis dels anys vidents.

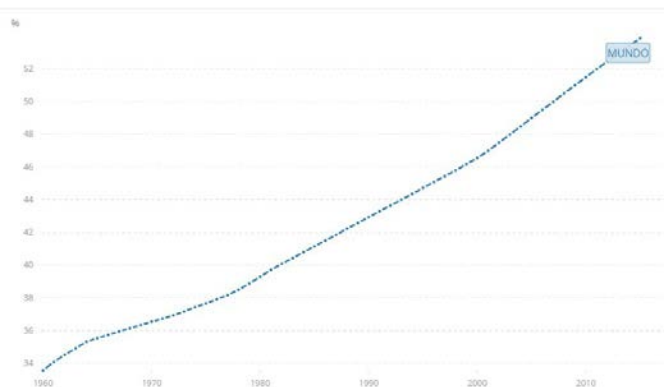


Fig. 2. Evolució temporal de la concentració de la població en àrees urbanes des de l'any 1960 fins al 2015. Es preveu que continui augmentant en els pròxims anys. Font: Banc mundial de dades

Al cap i a la fi, infraestructura evoca moviment més ràpid i senzill i connectivitat entre indrets. Les infraestructures són els camins, rails i aeroports que necessitem per al comerç de mercaderies, el subministrament d'aliments a les botigues i de medicines a les clíniques. Són l'aigua, l'electricitat i l'Internet, crucials per a la nostra vida diària.

Per ser coherents amb la millora de les infraestructures, cal impulsar un programa d'industrialització sostenible i eficaç, especialment en els països amb menys recursos. D'aquesta forma, no només s'aconsegueix dotar a la societat o nació en qüestió del recurs que la indústria produeix, sinó que paral·lelament es creen nous llocs de treball que contribueixen a millorar el nivell econòmic de les persones implicades en la indústria incipient.

Des del punt de vista del mercat laboral, es proposa doncs el repte de duplicar la contribució que actualment la indústria fa als països en desenvolupament, així com optimitzar aquesta contribució als països més desenvolupats a nivell econòmic. La indústria manufacturera és un important font d'empleats, amb al voltant de 470 milions de llocs de treball en el món en 2009, i al voltant del 16% de la força laboral mundial de 2900 milions [2].

Una altra meta és augmentar l'accés de les petites empreses, sobre tot en països en desenvolupament, a serveis financers i proporcionar uns crèdits assequibles, així com integrar-les en els mercats. D'aquesta forma, a banda de potenciar el creixement d'autònoms, empreses familiars i cooperatives, entre d'altres, es contribuiria a l'increment de la renda per càpita i per tant del PIB.

Pel que fa a l'impuls de la investigació científica i tecnològica, es dirigeix especialment als països amb pocs recursos, capaços d'iniciar una etapa d'innovació en aquests àmbits. Novament, les millores en aquest sentit contribuirien a millorar notablement la qualitat de vida de la població, a més de crear també nous llocs de treball i oferir noves sortides professionals als joves.

I per altra banda, convindria portar o acabar de facilitar l'accés de tothom als mitjans de comunicació i d'informació via Internet. Tot i que la distribució d'aquests mitjans augmenta cada any a tot el món, encara hi ha països que tenen dificultats per accedir-hi amb normalitat, per falta de les d'infraestructures apropiades.

III. ENGINYERIA I SOSTENIBILITAT

L'enginyeria, en les seves múltiples disciplines, juga un paper fonamental en els àmbits d'indústria i infraestructura. Des de petits projectes fins la projecció de grans infraestructures. No obstant això, sovint aquests projectes són ambiciosos, arriscats, i complexes. Els pressupostos dels governs i dels inversors públics per a projectes d'enginyeria fa que els seus responsables es trobin sota gran pressió, limitant així una millora contínua i real. El lliurament de projectes a temps, dins del pressupost, de manera eficient i amb major fiabilitat són les principals prioritats d'avui dia. Es per això que un dels reptes per els enginyers emprenedors ha de ser guanyar-se la confiança d'aquells que estan invertint o podrien invertir en el seu projecte. I per aconseguir això cal una detallada planificació i una base fiable a tots els nivells.

Les principals empreses líders han de poder confiar en les noves formes de lliurament de projectes, l'ús de materials de construcció i mètodes de construcció avançada, l'execució d'operacions en un mateix lloc per tal de reduir costos, així com l'adopció de tecnologies intel·ligents.

Aquestes premisses, unides a les necessitats de la població, planteja un ventall de preguntes que els enginyers hauran de respondre: La gent té problemes per agafar el transport públic a prop? La connexió a Internet als domicilis és ràpida i fiable? Hi ha prou escoles i centres mèdics a prop del cada comunitat? Són potables els subministraments d'aigua? L'enginyeria intenta donar resposta a totes aquestes preguntes, millorant els elements físics que envolten la nostra vida diària,

optimitzant infraestructures com ara els sistemes de transport de carreteres, ports, ferrocarrils i aeroports, potenciant l'energia renovable, els sistemes de comunicació, i els edificis en els quals vivim bona part del temps [3].

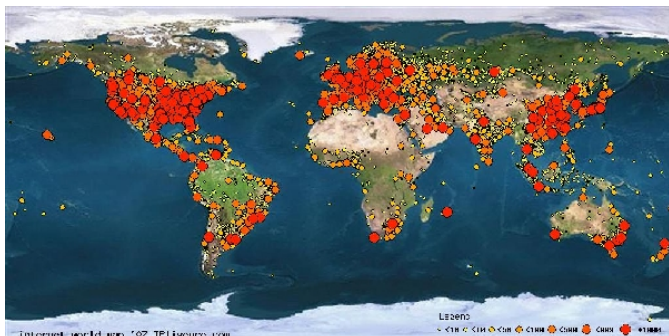


Fig. 3. Mapa de la densitat de connexions a Internet al món. L'accés a la xarxa dels habitants dels països en desenvolupament és encara força precari, i requerirà la tasca d'emprenedors i enginyers per tal d'assemblar-se a la dels països més desenvolupats. Font: IPLingece

La demanda que es fa als enginyers en aquest sentit ve impulsat pel requisit de reemplaçar actius existents construïts fa temps, la necessitat incessant d'una major productivitat, la seguretat, la cura del medi ambient i un ràpid creixement de la població.

Des de l'enginyeria física ens plantejem fer front a totes aquestes demandes que ens requereix el novè objectiu, d'una forma planificada, optimista i eficient. La feina de tot enginyer és dissenyar solucions i idees que resolguin les necessitats de la societat a nivell econòmic, industrial i social, sovint. Doncs bé, el treball del enginyer físic, des del particular punt de vista que li ofereix la titulació, hauria de passar no només per pensar i desenvolupar un projecte, sinó que també s'hauria de preocupar per innovar en els clàssics models de planificació en l'enginyeria, així com tindre en ment els compromisos de sostenibilitat, que van més enllà d'un projecte concret, i que afectaran al món en que vivim en un radi més ampli que el rutinari treball d'un enginyer.

Ara bé, com podríem posar aquest repte en pràctica? Com podríem afegir l'adjectiu "sostenible" al nostre currículum coma enginyers físics? Com convertir-lo en un requisit igual d'important en totes i cada una de les fases de cada projecte que emprenguem?

En primer lloc, considerar que l'enginyeria física estudia tots els fenòmens naturals, però al seu torn busca portar a la pràctica, de forma dinàmica, tots els seus conceptes teòrics i experimentals. Una característica fonamental de l'enginyer físic és la seva capacitat de disseny, disciplina i innovació, que li permet posar en acció els seus coneixements físics i matemàtics en projectes que involucren branques diverses de la física clàssica i moderna, adaptant-les a fins pràctics. Això li atorga un avantatge sobre les altres enginyeries, en les que l'enginyer s'especialitza en una branca més concreta.

Com a enginyers físics podem proposar i establir normes i reglaments que garanteixin la gestió sostenible dels projectes i iniciatives empresarials. Podrem també col·laborar amb les organitzacions no governamentals i amb el sector públic en la promoció del creixement sostenible als països amb pocs

recursos i en fase de desenvolupament.

Els continguts acadèmics que s'imparteixen al futur enginyer van lligats al desenvolupament, no només de la part més intel·lectual i tècnica del estudiant, sinó també als aspectes més socials i de compromís amb la sostenibilitat i el medi ambient. Això permetrà al futur enginyer discórrer amb més precisió en aquests àmbits, a banda dels purament físics, matemàtics o industrials.

L'enginyeria física pot ser doncs caracteritzada per les aplicacions de procediments físics multidisciplinaris i sovint especialitzats a problemes tècnics de la més variada índole. Com a conclusió, l'enginyer físic juga un paper fonamental en l'avanç tecnològic d'importància actual.

IV. RECERCA I DESENVOLUPAMENT

Passem ara a la innovació, concretament als àmbits de recerca científica i desenvolupament de noves tecnologies. Com a físics, podrem dur a terme una acurada tasca d'investigació. Com a enginyers, podrem impulsar en els seus aspectes pràctics, en àmbits industrials i infraestructurals.

Les més recents polítiques a nivell internacional en matèria d'investigació científica tenen com a propòsit augmentar la capacitat innovadora, donat que sovint es detecta que un dels factors crítics del creixement en molts països és l'escassa innovació, principalment tecnològica i científica.

El capital de risc invertit en R+D a nombroses nacions sol ser més aviat baix. A Espanya, la fracció del PIB no ha superat el 1,3% en els últims anys. Per no parlar dels països en vies de desenvolupament, on el capital invertit es pràcticament nul [4].

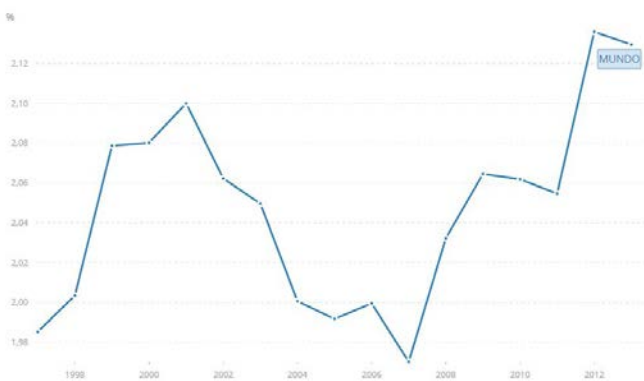


Fig. 4. Despesa en recerca i desenvolupament (% del PIB) des del 1996 fins el 2013. Tot i que en relació al passat actualment són força elevats els recursos humans i econòmics destinats a la investigació i innovació científica, en molts indrets del planeta es fa necessària una major inversió. Font: Banc mundial de dades

Per a fer front a aquestes situacions, atenent els casos de cada societat en particular, cal que com a enginyers ens conscienciem del nostre potencial i ens esforcem de forma que els governs reconeixin i apreciïn millor el nostre treball, i actuïn en conseqüència.

L'augment de la investigació científica donaria lloc a un important impacte en la creació de coneixement, innovació i finalment desenvolupament sostenible, traduïble en qualitat de

vida i un medi ambient més estable. Aquestes polítiques ens indiquen que hem de canviar, encaminant-nos cap a un futur amb més producció científica i per tant, cap a un món més sostenible.

Indubtablement, aquesta nova postura implica canviar la forma tradicional de fer recerca a les universitats i a les empreses, així com fer canvis en la fórmula tradicional de captar fons per a la investigació.

Posem per exemple un gran emprenedor del nostre temps, Elon Musk¹. Fundador de grans empreses, ha aconseguit donar un caire innovador i sostenible a tots els seus projectes, fet que li ha redundat en beneficis constants. I quina ha estat la major innovació de Elon Musk? Comercialitzar els vols espacials? Popularitzar els vehicles elèctrics? Revolucionar el transport públic? No és cap d'aquestes. El major avanç emprès per Musk és tan gran que la majoria de la gent no ho veu. No obstant això, les seves conseqüències seran tan grans que afectaran les vides de gairebé tota la població del planeta durant la propera generació.



Fig. 5. Recreació artística del llançament de la nau Red Dragon, de l'empresa SpaceX, amb destí a Mart. L'empresa ha aconseguit construir coets reutilitzables, reduint el cost econòmic i material molt considerablement. Font: ©Space X

Què ha fet doncs Musk? Doncs ha trencat la barrera que frenava la innovació i evitava una reducció de preus, i ho ha aconseguit abordant dos mercats diferents però que tenen un front comú: Estem veient com ha aconseguit compartir components clau entre sistemes d'energia estacionaris (com els que podem trobar a un edifici d'oficines o departaments) i els sistemes electrònics avançats que s'utilitzen cada vegada més en els vehicles. Aquest ha sigut un dels canvis més radicals en el món de la tecnologia que hem vist des de la invenció dels semiconductors. Això fa que l'adquisició de SolarCity per part de Musk, per exemple, sigui brillant en termes d'alineació per al creixement a llarg termini [5].

Pel que fa al sector de les energies renovables, ja hem vist que Elon Musk està sent un promotor de referència en aquest sentit. Ara bé, la realitat d'avui en dia continua lluny de la

imatge d'un planeta net d'energies contaminants, tant als països en desenvolupats com en els més avançats. Mirant l'àmbit laboral, es sap que, als països on es disposa de dades, el nombre de persones ocupades en els sectors d'energia renovable es troba actualment al voltant dels 2,3 milions. Aixó és, sense dubte, una xifra molt conservadora. En el cas de que les empreses continuessin potenciant i confiant en les energies alternatives, el possible nombre total de llocs de treball de les energies renovables per a l'any 2030 es calcula que es trobaria a prop dels 20 milions de llocs de treball [6].

V. CONCLUSIÓ

Així doncs, hem d'acabar dient que si bé es possible portar a bon terme l'objectiu que se'n proposa, sigui com a enginyers físics o en qualsevol altra disciplina, caldrà que tots ens involucrem d'una forma més eficient en l'aspecte sostenible de cada projecte, tasca o millora que ens proposem realitzar.

Cal tindre en compte que si bé avui resulta difícil invertir, donar suport, en una paraula, confiar en les possibilitats dels països amb menys recursos per a desenvolupar-se en l'àmbit industrial, d'infraestructura i de recerca, el dia de demà aquestes inversions donaran el seu fruit i possibilitaran que tots avancem de forma més paral·lela i eficient en aquests mateixos àmbits. Recordem que als països menys desenvolupats tenen un immens potencial per a la industrialització d'aliments i begudes, l'agroindústria, i de tèxtils i peces de vestir, que dona bones perspectives de generació de llocs de treball sostinguts i amb una major productivitat.

De la mateixa forma, pel que fa als restants 16 objectius, si aconseguim enforçar-los i afrontar-los en totes les seves dimensions, facilitarem en gran mesura la vida de les generacions futures, que podran gaudir d'un món diferent al actual, en el qual sovint es menysprea l'aspecte sostenible, ja sigui per motius polítics o econòmics.

REFERÈNCIES

- [1] Nacions Unides, Plataforma de conocimiento para el desarrollo sostenible, *Objectiv-vos de Desarrollos sostenible* [Online]. Available: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>
- [2] The global goals, for sustainable development [Online]. Available: <http://www.globalgoals.org/es/global-goals/innovation-and-infrastructure/>
- [3] Digital BCG, *Engineering, Construction, and Infrastructure* [Online]. Available: <https://www.bcg.com/expertise/industries/engineered-products/infrastructure/>
- [4] Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Tarapacá, *Nuevos caminos en la investigación científica*, 2006 [Online]. Available: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-13372006000100001
- [5] Forbes, *Ésta es la innovación más grande de Elon Musk* [Online]. Available: <https://www.forbes.com.mx/esta-la-innovacion-mas-grande-elon-musk-nadie-habla/>
- [6] GSMA, Goal 9: Industry, innovation and infrastructure [Online]. Available: <http://www.gsma.com/betterfuture/goals/industry-innovation-infrastructure/>

¹ *Elon Musk* (Pretoria, 1971), és un enginyer, inventor i empresari sudafricà. És cofundador de SolarCity, de panells solars, CEO de Tesla, la companyia que ha popularitzat els cotxes elèctrics, i cofundador de Paypal, que va vendre a eBay el 2002. La seva nova empresa, SpaceX, contractada per la NASA, vol aconseguir aterratges controlats perquè els coets siguin reutilitzables, que els viatges a l'espai siguin accessibles per a tothom, i fer que les colònies humanes a Mart es converteixin en una realitat.

La Fusió Nuclear com la Futura Energia Renovable, un objectiu en el punt de mira de l'Enginyeria Física

Gerard Pascual López, Universitat Politècnica de Catalunya

L'objectiu d'aquest breu article és posar de manifest la necessitat de buscar alternatives energètiques a les que utilitzem actualment. Primerament expliquem les greus conseqüències que suposen les energies no renovables per al nostre planeta, així com la necessitat de buscar una alternativa que sigui també accessible inclús per a persones que viuen en regions subdesenvolupades. Posteriorment s'exposa una solució parcial a aquest problema, la fusió nuclear. En aquest punt s'explica quins són els grans avantatges de la fusió nuclear i quins projectes a nivell mundial estan experimentant amb aquesta forma d'obtenció d'energia. També s'explica quines són les expectatives que s'esperen. Finalment, s'exposa quin paper pot tenir l'enginyer físic en la fusió nuclear i es plantegen una sèrie d'objectius que aquesta hauria de complir, com per exemple el de fer la fusió nuclear accessible a tothom.

Index Terms: Energies Renovables, Fusió Nuclear, Projecte ITER.

I. LA IMPORTÀNCIA DEL SETÈ *GLOBAL GOAL*: ENERGIA ACCESSIBLE I NO CONTAMINANT

UNA de les majors amenaces pel món en l'actual segle XXI és l'abús incontrolat que estem fent de les energies no renovables provinents de la combustió de fòssils vegetals com poden ser petroli, carbó o gas. El principal problema que aquestes energies presenten és que no només tenen data de caducitat, ja que tard o d'hora els recursos fòssils s'acabaran exhaurint, però a sobre també contribueixen a l'augment de l'emissió de contaminants a l'atmosfera, que any rere any va augmentant^[1].

Per tant, amb aquest *Global Goal* es pretén afrontar tres grans problemes a escala mundial: en primer lloc, buscar alternatives energètiques que siguin renovables i que no consumeixin recursos naturals a una velocitat més gran de la que es produeixen; en un segon lloc, fer accessible aquestes energies renovables per a tothom, buscant mecanismes per poder-les implementar a països subdesenvolupats, i finalment, també pretén que aquestes

energies siguin netes amb el medi ambient, és a dir, que minimitzin al màxim les emissions de diòxid de carboni.

La motivació d'aquest objectiu sembla bastant clara després d'haver explicat els problemes que hem d'afrontar. Tanmateix, ens podem també fixar en les xifres. Per exemple, en 2016, 1.200 milions de persones (el 16% de la població mundial) no tenien accés a electricitat^[2]. El fet de no disposar d'electricitat suposa una gran amenaça per aquestes regions ja que no només és necessària per a les funcions vitals com per exemple per cuinar, per sanitat i salut, per a l'educació, per a la comunicació a distància, ...; però també és essencial per al creixement econòmic de la població.

A més, uns altres 3 mil milions de persones, malgrat tenir accés a electricitat, el mètode d'obtenció es basa en cremar fusta, fems, etc. És a dir, no tenen accés a energies renovables. El fet de no tenir accés a una tecnologia més moderna, fa que aquestes regions subdesenvolupades tinguin més complicat sortir de la pobresa en la que viuen.

Les energies renovables presenten una molt bona alternativa a aquests problemes no només perquè la majoria de països subdesenvolupats tenen unes bones condicions dels recursos naturals necessaris (àmplia franja horària solar, bones condicions de vent, rius cabalosos, ...), sinó que també perquè en molts casos rurals aïllats, la instal·lació de centrals tèrmiques i nuclears resulta més car que proveir plaques fotovoltaïques.

No només ens hem de conformar en fer accessible aquest tipus d'energia, també hem de procurar que aquesta sigui respectuosa amb el medi ambient. Una altra dada important que cal tenir en compte és que per culpa de la constant emissió de diòxid de carboni a l'atmosfera, el planeta s'està sobreescalfant.

Les conseqüències d'aquest sobreescalfament són un augment d'un grau i mig en la temperatura mitjana del planeta, el desglaç dels pols que ha fet augmentar el nivell del mar uns quants centímetres durant aquests últims anys, etc. Per tots aquests motius no només cal que l'energia que nosaltres utilitzem sigui renovable i no contaminant, també cal impulsar que l'energia que fem accessible a altres regions subdesenvolupades ho sigui també.

També hem de tenir present que la combustió de fusta i

carbons com a font d'energia és perjudicial per a la salut per la toxicitat dels gasos que alliberen.

En aquest petit *paper* exposarem una de les solucions energètiques que es planteja no només com a alternativa a les energies no renovables que emeten contaminants, sinó que també per a les renovables, que no acaben de ser eficients del tot. Si bé és cert que en aquest *paper* no parlarem de com en un futur es podrà fer accessible aquesta nova tecnologia a les regions subdesenvolupades, pensem però que la recerca de noves fonts d'energies renovables i eficients és un camp on l'enginyeria física hi té molt a dir.

II. FUSIÓ NUCLEAR

Per tots és ben sabut que l'energia nuclear, malgrat ser extremadament eficient, no acaba de ser una bona solució ja que no només és perillosa per les fugues que hi poden haver, sinó que també perquè genera residus radioactius molt perjudicials per a qualsevol forma de vida. Tanmateix, quan fem aquesta afirmació, tenim en ment la fissió nuclear, que consisteix en utilitzar l'energia alliberada de la unió de dos nuclis d'àtoms radioactius força massius. La fusió nuclear es basa justament en el contrari, dos nuclis d'uns isòtops del hidrogen es fusionen per formar un nucli d'heli i neutrons, alliberant molta energia.

A diferència de la fissió nuclear, la fusió no allibera residus radioactius i a més a més únicament necessita els isòtops concrets d'hidrogen que es poden extreure del mar sense produir un gran d'impacte mediambiental.

Per tant, la pregunta és per què encara no s'ha implementat aquesta nova font d'energia. La resposta és perquè no s'ha pogut aconseguir la tecnologia necessària. Cal tenir present que perquè es doni el procés de fusió cal aconseguir una temperatura molt alta (és el mateix procés que es dona a l'interior del Sol). Tot i així, actualment hi ha varis projectes fent recerca sobre l'obtenció d'energia a partir de la fusió nuclear, un d'ells és l'anomenat projecte ITER.

Si entrem una mica més en detall, com ja hem comentat anteriorment, la fusió nuclear transforma deuteri i triti (dos isòtops de l'hidrogen que contenen dos i tres neutrons respectivament, i que es poden aconseguir de l'aigua del mar) en heli, un gas noble inòcua i inofensiu pel medi ambient^[3]. Deguda a la gran eficiència d'aquest procés, es calcula que per cada litre d'aigua es podrà subministrar tota l'energia que un individu utilitza en la seva vida^[4].

Com ja hem vist, aquest mètode d'obtenció d'energia és molt eficient, és sostenible amb el medi ambient perquè no només no contamina sinó que a sobre utilitza elements molt comuns i pràcticament inesgotables, i a més, no suposa cap amenaça per a la nostra salut. Per tant, l'únic inconvenient que té és que encara està en fase experimental i, per tant, encara no s'ha pogut obtenir un benefici energètic del procés. Un dels reptes tecnològics que s'ha

d'aconseguir és mantenir el plasma d'hidrògens que es fusionen a una temperatura de 100 milions de graus. Per fer-ho, com que no hi ha cap material amb un punt de fusió per sobre d'aquesta temperatura, es farà levitar el plasma a través d'unes potents bobines que crearan un camp magnètic suficientment gran com per mantenir tot el material en suspensió.

Una altra gran pregunta sobre aquest mètode d'obtenció d'energia és què passa si de cop el procés deixa de funcionar. En el cas de la fissió nuclear, com bé sabem degut als accidents que hi ha hagut com per exemple el de Fukushima, quan s'interromp el procés ja sigui per tall d'electricitat o per algun fallo en el sistema, cal que el reactor es refrigeri i cal també fer aturar la reacció en cadena que s'està donant en aquest. Aquest procés d'aturar la reacció en cadena acostuma a ser força perillós ja que es pot acabar descontrolant. En canvi, en la fusió, si per algun motiu hi ha cap tipus d'error en el sistema o un tall d'electricitat, simplement la reacció es talla i la calor del material es dissipa sense que les instal·lacions es facin malbé, evitant així qualsevol risc per la salut de les persones que treballen allà.

III. PROJECTE ITER

El projecte ITER, de l'anglès *International Thermonuclear Experimental Reactor*, i del llatí *camí*, és un projecte de cooperació internacional (participen en total 34 països dels quals destaquen la Unió Europea, Estats Units, Rússia, Japó, Corea del Sud, ...) que pretén fer recerca en la fusió nuclear tenint com a major objectiu obtenir un benefici energètic. El projecte ITER consistirà d'un conjunt d'instal·lacions que s'ubicaran a Cadarache (França) i es preveu que cap als inicis del 2020 ja estigui en funcionament.

Entrant un mica més en detall en el disseny, l'estructura principal s'anomena Tokamak que té una forma toroïdal i en l'eix principal es localitza un fort imant que serà el responsable de generar el fort camp magnètic. Per dintre del Tokamak hi circularà el plasma d'hidrògens governat sempre pel fort camp magnètic provinent de les bobines. En total hi hauran 19 bobines superconductores i s'espera que per cada 50Mwatts utilitzats per tenir el sistema en funcionament, se n'acabin obtenint un total de 500Mwatts. Aquí és on podem veure la gran proesa tecnològica que aquest projecte vol abastar, ja que pretén obtenir 10 vegades més de l'energia que inicialment es subministra.

Al marge de la gran ambició científica i tecnològica del projecte, un punt també molt important és la cooperació internacional que aquest suposa i la interdisciplinarietat que ha de tenir ja que en ell hi treballen un gran nombre de persones de tot arreu del món i de diferents professions: enginyers, físics, arquitectes, etc.

IV. REPTES DE L'ENERGIA NUCLEAR

Tal i com hem explicat en els apartats anteriors, sembla que la fusió nuclear serà el futur de les energies renovables que acabarem utilitzant, ja que és molt eficient. Tanmateix, aquesta afronta un problema, i és que fa molts anys que ja es coneix l'energia de fusió nuclear però fins ara no s'ha vist factible poder-ne extreure energia útil per a nosaltres.

La primera vegada que es va teoritzar sobre la fusió nuclear com a font d'energia va ser cap a la dècada dels anys 20 gràcies físic anglès Arthur Eddington. Però no va ser fins a la dècada dels anys 40s quan en el *Projecte Manhattan* es va començar a experimentar sobre si aquest tipus d'energia es podia utilitzar per a quelcom^[5]. El cas és que per cada pas que s'ha volgut fer per avançar en la fusió nuclear, han sorgit milions de problemes tecnològics i científics que no s'han pogut solucionar fins al cap dels anys. Això sumat al gran cost econòmic que suposa investigar amb aquest tipus d'energia (cal pensar que el pressupost inicial d'ITER és de 5.000 milions d'euros^[6]) ha fet que any rere any s'anés allargant el temps per desenvolupar aquest mètode d'obtenció d'energia. No ha sigut fins ara en els darrers anys, quan ens hem adonat de la necessitat d'una font d'energia renovable, sostenible amb el planeta Terra i eficaç per abastir tota la necessitat energètica dels humans, que hem volgut accelerar el procés. Ara per ara es preveu que no serà fins al 2050 quan començarem a poder utilitzar l'energia de fusió nuclear com a font d'energia útil.

V. ENGINYERIA FÍSICA I LA FUSIÓ NUCLEAR

Com hem pogut veure la fusió nuclear es presenta com una molt bona alternativa a l'energia tèrmica obtinguda a partir de la combustió de fòssils que està acabant amb el nostre planeta. Tot i així, l'únic que ens frena d'aquesta fantàstica font d'energia és la tecnologia. I és en aquest punt on l'enginyeria física pot jugar un paper molt important.

Com a futurs enginyers físics no només tindrem la capacitat d'entendre els fenòmens físics que succeeixen, sinó que també tindrem la capacitat de solucionar problemes a través d'aquests fenòmens. La fusió nuclear n'és un clar exemple: només cal entendre quines són les condicions perquè la reacció de fusió es doni (mantenir un plasma d'hidrògens a una temperatura molt alta) però també cal pensar com enginyers i plantejar la tecnologia que farà que això funcioni (construir uns imants superconductors que generin un camp magnètic, el suficientment potent com per fer levitar el plasma sense que toqui l'estructura que l'envolta). Per tot això podem dir que l'enginyer físic jugarà un paper molt important en el futur de la fusió nuclear. Hem de tenir també present que la fusió nuclear no s'acabarà amb el projecte ITER. Aquest projecte ens donarà les claus per

saber com funciona aquest tipus d'obtenció d'energia, però encara quedarà molt de camí ja que necessitarem que aquesta energia obtinguda sigui útil i que també tot el procés acabi generant un excedent d'energia. Queda molt de camí encara per recórrer però tot l'esforç que es pugui fer serà totalment recompensat ja que contribuirem a no destrossar el que encara ens queda de planeta.

VI. CONCLUSIÓ I NOUS OBJECTIUS

En aquest petit paper hem volgut exposar un dels grans reptes del segle XXI: oferir una alternativa a les energies tèrmiques de combustió fòssil que estan destrossant el nostre planeta. Per fer-ho, hem presentat primer l'objectiu i per què és necessari aquesta alternativa. Seguidament, hem explicat la fusió nuclear, que es presenta com la solució més viable de cara a un futur. Hem parlat també dels projectes actuals que estan investigant en aquest tipus d'energia i, finalment, hem explicat quin paper pot tenir l'enginyer físic en aquest món.

Com a conclusió final i personal puc dir que la fusió nuclear és un camp on m'agradaria treballar en un futur. Veig que tot el que he après i aprendré estudiant enginyeria física em pot ser molt útil per acabar ajudant a desenvolupar aquest tipus d'energia. Un punt a favor sobre aquest camp és que només contribueix a la recerca del saber sobre el fascinant món dels àtoms i de les reaccions nuclears entre ells, sinó que també contribueix a la sostenibilitat del planeta, ja que com hem vist durant aquest article, aquest tipus d'obtenció d'energia és neta amb el medi ambient.

Tanmateix, hem estat parlant durant tot el paper que aquesta energia serà sostenible i no contaminant, però això només compleix un dels objectius del *Global Goal* explicat en el primer apartat. També cal procurar fer accessible aquesta energia als països subdesenvolupats. Avui en dia, sembla gairebé surrealista que hi pugui haver una central energètica de fusió nuclear en aquestes regions més desfavorides ja que en prou feines som capaços de construir-ne una. Tanmateix, aquest ha de ser també un propòsit de la fusió nuclear: arribar a ser accessible per a tothom.

Si som capaços de desenvolupar la fusió nuclear i exprimir al màxim els avantatges que aquesta suposa fent-la accessible per a tothom, no només solucionarem el problema actual del dèficit energètic que tenim a nivell mundial, ja que aquest tipus d'energia és molt més eficient que la tèrmica o nuclear, però també serem capaços de no contaminar més el nostre planeta i d'aturar el canvi climàtic que estem provocant. Al cap i a la fi, amb la fusió nuclear esperem que no només es fusionin els nuclis d'àtoms d'hidrogen entre si, però que també es fusionin energia i sostenibilitat amb un únic objectiu de que tothom pugui viure dignament en aquest planeta sense hipotecar les vides de les generacions futures.

REFERÈNCIES

- [1] Carbon Brief. Website. Analysis: What global emissions in 2016 mean for climate change goals.
Available: <https://www.carbonbrief.org/what-global-co2-emissions-2016-mean-climate-change/>
- [2] International Energy Agency. Energy access data base.
Available: <http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/energyaccessdatabase/>
- [3] The Most Tightly Bound Nuclei.
Available: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/NucEne/nucbin2.html#c1/>
- [4] Informe Semanal: Energía Fusión nuclear Proyecto ITER.
Available: <http://www.rtve.es/alacarta/videos/informe-semanal/informe-semanal-energia-fusion-proyecto-iter/1169383/>
- [5] Fusion Power.
Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Fusion_power
- [6] ¿Qué es ITER?.
Available: <http://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/120254-ique-es-el-iter>

L'energia sostenible i el paper de l'enginyeria física pel seu futur desenvolupament

Melcior Pijoan Comas UPC Abril 2017

Abstract— En aquest document estudiarem l'energia sostenible, mitjançant diversos exemples que hem trobat interessant estudiarem com es genera l'energia sostenible i quins avantatges i inconvenients té. D'altra banda també parlarem dels àmbits de recerca que estan relacionats amb l'energia sostenible, on un enginyer físic pot aportar la seva contribució a la societat per millorar aquestes tecnologies.

I. QUÈ ÉS L'ENERGIA SOSTENIBLE?

QUAN parlem d'energia sostenible ens referim a aquella energia que ens permet satisfer les necessitats energètiques del present sense ficar en perill la futura generació d'energia. Per tant l'energia sostenible es basa en energia renovable i eficient.

Com ve sabem la producció energètica actual es basa principalment en els combustibles fòssils. La producció d'energia suposa un 60% de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle, que al seu torn contribueixen a l'escalfament global.

Les reserves naturals de combustibles fòssils s'han explotat durant molt de temps i degut a que el procés natural de generació d'aquests combustibles és molt i molt llarg es pot considerar que són finits, això fa que l'exhauriment d'aquests combustibles sigui imminent.

Per obtenir el màxim rendiment de les reserves naturals es fan servir tècniques com el fracking que actualment ja és present en aproximadament el 60% dels pous d'extracció. El fracking consisteix en injectar aigua a pressió en el terreny per tal d'augmentar-ne les fractures i facilitar l'extracció de petroli i gas. Aquesta tècnica comporta un gran consum d'aigua, a més es sol afegir productes químics en l'aigua que s'injecta, per tant es pot contaminar el terreny i els aqüífers.

Per tant els combustibles fòssils són un recurs energètic que s'ha d'abandonar en favor d'altres recursos més sostenibles. El 2014 un 19% de l'energia consumida va ser generada per energies renovables i l'objectiu és que aquest percentatge augmenti. Seguidament presentarem algunes de les fonts d'energia que podrien substituir els combustibles fòssils.

II. ENERGIA HIDRÀULICA

L'energia hidràulica és una de les fonts d'energia sostenibles més antigues. Abans es solia aprofitar per fer molins per tal de

moldre el gra i amb la revolució industrial i la invenció de l'electricitat es va canviar l'ús a la producció d'electricitat mitjançant turbines. Per fer-ho eficientment a l'actualitat es creen embassaments en els rius on s'hi col·loca turbines hidroelèctriques, aquests embassaments alhora permeten establir una xarxa d'aigua potable i de reg que resulta molt útil per l'activitat humana i el desenvolupament.

Tot i així cal tenir en compte també els inconvenients de tal energia. Les grans edificacions com poden ser pantans o preses generen un impacte tant en l'ecosistema del riu com en vida humana de la població local, destruint pobles per tal de fer els embassaments com passà amb el pantà de Sau.

Les centrals hidroelèctriques situades en embassaments tot i que poden generar grans quantitat d'energia no són considerades sostenibles i es prefereix aquelles centrals hidroelèctriques que funcionen sense la necessitat de grans embassaments.

Tot i així aquestes centrals tenen el problema que subministren quantitats molt variables d'energia i no es pot controlar tal com es fa amb els embassaments per tal d'optimitzar la xarxa elèctrica.



Il·lustració 1: La instal·lació hidroelèctrica a Chief Joseph Dam, Washington, que funciona sense grans reserves d'aigua

III. ENERGIA SOLAR

Aquesta energia es pot dividir en dos apartats, l'energia solar tèrmica i l'energia fotovoltaica.

A. Energia solar tèrmica

L'energia solar tèrmica consisteix en l'aprofitament de l'energia solar per produir calor. Una instal·lació domèstica de plaques solars tèrmiques pot arribar a produir entre un 75 i un 50 per cent del total d'aigua calent que es consumeix, reduint

notablement el consum de la llar.

B. Energia fotovoltaica

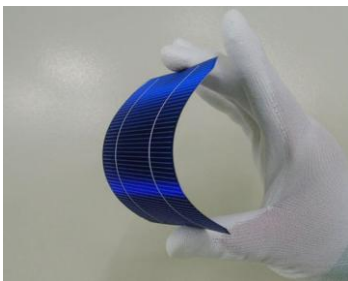
D'altra banda l'energia fotovoltaica s'usa per obtenir electricitat a partir de la radiació solar. Aquesta tecnologia encara està en desenvolupament i tot i que té molt potencial encara és poc eficient, malgrat això en els últims deu anys s'ha augmentat els rendiments mitjans d'un 12% a un 16%, tot i així l'energia fotovoltaica encara està en desenvolupament i hi ha models de plaques solars que obtenen rendiments més elevats, de 22% o 24%. Els rendiments de les plaques fotovoltaïques són molt importants ja que la pròpia producció de les plaques requereix un impacte energètic molt elevat.

Per tal de crear una placa fotovoltaica podem aprofitar les propietats semiconductores del silici, però aquest procés és molt costós energèticament. El silici pur no està present en la natura, per tant cal obtenir-lo mitjançant processos de fundició de quars a més de 1000°C.

Per evitar el gran impacte energètic que suposa el procés descrit anteriorment s'han trobat alternatives molt menys costoses que es basen en l'aplicació de capes molt fines de materials semiconductors com el tel·lur de cadmi o el diseleni de coure indi i gal·li en un material base qualsevol. D'aquesta manera es poden obtenir plaques fotovoltaïques flexibles i que suposen un impacte energètic menor, però cal tenir en compte la possible toxicitat dels materials usats, ja que per exemple el cadmi és un element tòxic.



Il·lustració 2: Placa de silici



Il·lustració 3: Placa de pel·licula fina

El cost energètic de la producció de les plaques fotovoltaïques és tant elevat per tal de recuperar l'energia invertida les plaques menys avançades necessitaven fins a 10 anys als anys noranta, fent aquesta tecnologia poc viable tenint en compte que la vida d'una placa sol variar entre 25 i 30 anys. Tot i així a l'actualitat s'ha reduït dràsticament aquest temps rebaixant-lo a menys de 3 anys i hi ha models que tan sols necessiten un any per recuperar la inversió energètica.

Tot i així encara hi ha molta recerca per fer en aquests àmbits i un enginyer físic podrà aportar solucions innovadores. En instituts com el MIT, l'ICFO i d'altres s'estudien millores utilitzant configuracions més elaborades de xarxes cristal·lines de silici i la tecnologia de les capes fines ja esmentada. A més, el desenvolupament i estudi de nous materials pot ser clau per l'indústria fotovoltaica i tecnologies com els nanomaterials poden portar a grans avanços tecnològics que permetin rebaixar els costos de producció, tant econòmicament com energèticament, i augmentar-ne l'eficiència.

Una altra tecnologia, que sembla pròpia de llibre de ciència

ficció, és la col·lecció d'energia solar a l'espai exterior per tal de convertir-la en microones i enviar-la a la Terra on s'acabaria consumint. Aquest mètode tindria l'avantatge que podria aprofitar molt més l'energia solar ja que entre un 50% i un 60% de l'energia que arriba a la Terra es perd en l'atmosfera, en canvi les microones no són absorbides per l'atmosfera. A més, si es col·loqués els col·lectors solars en punts de l'espai on sempre es rep la radiació solar es podria produir energia les 24 hores del dia i aquesta energia podria ser enviada a diferents llocs de la Terra a conveniència.

Els grans inconvenients són la dificultat i els costos d'enviar a l'espai tals dispositius, la dificultat d'efectuar reparacions a l'espai i el perill que poden suposar els residus espacials per les plaques. Malgrat això, moltes institucions com la NASA, la ESA i altres han estudiat la viabilitat de la tecnologia i fins i tot els governs de la Xina, el Japó i Rússia estan fent proves per llançar els seus propis satèl·lits solars en òrbita.

IV. ENERGIA EÒLICA

L'energia eòlica, que es produeix a partir del vent, també és una font d'energia a considerar ja que al 2015 va generar un 11.4% de l'energia total generada a Europa.



Il·lustració 4: Parc eòlic a Vendsyssel-Thy, Dinamarca

Aquesta energia sol ser usada en grans granges de molins de vents tot i que, en un futur també podria expandir-se l'ús domèstic i generar gran part de l'energia que consumeix una llar. D'altra banda té l'inconvenient de la dificultat de predir el comportament del vent i per tant ens proporciona un subministrament d'energia irregular que cal connectar a la xarxa o en bateries per millorar-ne l'ús.

Tot i això hi ha diversos projectes per tal d'aprofitar millor l'energia irregular generada pels aerogeneradors. Un exemple seria el projecte que du a terme Javier Heredia, professor de l'UPC que imparteix classes de Programació Matemàtica. Ell és llicenciat en física i el projecte en el que participa té com objectiu predir el comportament del vent i optimitzar la producció d'electricitat amb aerogeneradors.

El FOWGEM (*Forecasting and optimization of wind generation in energy markets*) ha publicat papers on estudia la integració dels molins de vent a la xarxa elèctrica tenint en compte els preus de mercat i l'ús de bateries elèctriques per tal d'obtenir un subministrament més regular.

V. 4. BATERIES ELÈCTRIQUES

Tot i que les bateries elèctriques no són una font d'energia sostenible, són una eina molt important per tal substituir els combustibles fòssils dels automòbils. També es poden usar per obtenir una major estabilitat en el subministrament energètic augmentar l'energia que s'usa.

Una bona bateria hauria de tenir un temps de vida llarg, poder emmagatzemar una gran quantitat d'energia i tenir un temps de càrrega ràpid. Per fer-ho s'estan dedicant recursos a la investigació, hi ha moltes tecnologies que s'estan desenvolupant però potser les bateries més famoses són les bateries d'ions de liti. Per exemple TESLA actualment té una bateria de 14kWh a la venda. Aquesta bateria és capaç de subministrar suficient energia com per suplir les demandes energètiques d'una casa durant tot un dia.

VI. 5. BIOGAS I BIOMASSA

La biomassa és aquella fusta o matèria orgànica destinada a produir energia, mentre que el biogàs és aquell gas creat a partir de processos de fermentació amb matèria orgànica.

Aquests recursos energètics alliberen CO₂ a l'atmosfera, tot i així els podem considerar sostenibles. El CO₂ que s'allibera al cremar matèria biològica es compensa amb el CO₂ que les plantes que cremem han anat capturant durant la seva vida.

A. Biomassa

La biomassa és un mètode d'obtenir energia bastant econòmic i es poden obtenir eficiències entre un 20% i un 27%. Tot i així presenta certs problemes com són la necessitat d'una gran zona per emmagatzemar la llenya, ja que la recol·lecció de llenya s'ha de fer en certes èpoques de l'any. Alhora la fusta conté humitat que dificulta la combustió, tot i així en climes secs com el nostre després d'un cert temps d'haver estat tallada la fusta perd gran part de la humitat.

B. Biogàs

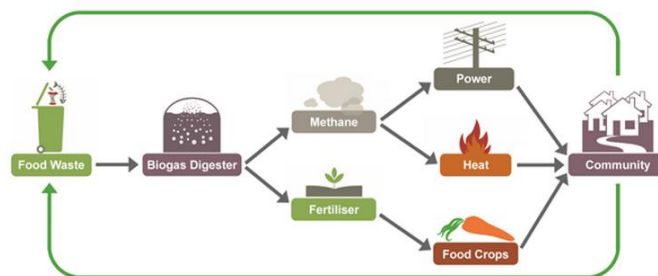
D'altra banda el biogàs és una font energètica que pot aprofitar el compostatge, fems i residus orgànics i sotmetre'ls en un procés de fermentació sense presència d'oxigen que retorna metà.



Il·lustració 5: Planta de generació de biogàs

D'aquesta manera es pot reduir l'efecte atmosfèric que té la descomposició natural dels fems fins un 4%. Els fems de vaca alliberen metà que és 25 cops més perjudicial que el CO₂ i òxid de nitrogen que és 320 cops més perjudicial per l'atmosfera. Amb una única vaca en un dia es pot generar suficients fems com per obtenir 3kWh d'electricitat, més que suficient per mantenir una bombeta de 100kW durant un dia.

El procés de digestió de la matèria orgànica ens retorna una mescla on hi sol haver entre un 50% i un 75% de metà que després es crema. Si es crema el gas obtingut a partir de la digestió sense purificar-lo s'obtenen mals resultats i l'eficiència energètica és molt baixa ja que la resta de gas obtingut sol ser CO₂ que és incombustible amb petites traces de sulfurs, que són molt tòxics. Per tant s'ha desenvolupat tècniques per tal de netejar el biogàs i augmentar-ne el percentatge de metà fins un 80% o 90% i capturar gran part dels sulfurs tòxics. A més, el procés de producció de biogàs conserva els nutrients dels fems que digereix, que es poden fer servir com adob un cop han passat per la digestió.



Il·lustració 6: Esquema del possibles avantatges del biogàs

VII. BIOFUELS

Una altra tecnologia a destacar és l'ús de combustibles biològics substituint així la gasolina i el gasoil. El més comú seria el biodiesel que es produeix a partir d'olis vegetals. Els cotxes estàndards poden funcionar amb barreges de fins un 20% de biodiesel però hi ha model que poden funciona a base de biodiesel sense altres combustibles.

La producció de biodiesel és econòmica tot i així energèticament és molt poc eficient, considerant els costos de cultiu i l'energia que s'extreu a partir de la radiació solar s'obté una eficiència de 1%. Tot i així hi ha projectes per crear combustible a partir d'algues, aquesta tecnologia podria ser revolucionària i causar un gran impacte.

Un altre combustible seria l'etanol que actualment s'usa a Brasil i als Estats Units. La majoria dels cotxes que es fabriquen actualment pot funcionar amb fins una mescla que contingui fins un 10% d'etanol. Tot i així a Brasil el govern fet mandatari l'ús de mescles de gasolina i etanol amb un 25% d'etanol, òbviament els cotxes de Brasil estan adaptats a aquest tipus de combustible, de fet hi ha cotxes que poden funcionar només amb etanol.

L'etanol teòricament és un combustible pitjor que la gasolina ja que té una densitat energètica que és un 34% inferior a la densitat energètica de la gasolina. Aquest defecte pot ser compensat augmentant la velocitat de compressió ja que l'etanol té un octanatge més elevat i pot treballar en aquestes condicions.

La producció d'etanol es pot obtenir a partir de la fermentació de cultius com per exemple la canya de sucre, blat de moro i mandioca. Aquesta forma d'obtenir etanol s'ha arribat a considerar una opció poc viable i potser més beneficiós la producció de l'energia a partir de biomassa i producció d'energia elèctrica. Això és degut al cost de produir els cultius, processar-los en etanol i el cost del canvi d'ús de la terra com a

bosc o cultiu per generar aliments a cultiu per generar energia. D'altre banda també hi ha partidaris de la creació d'etanol amb algues que generen etanol com a producte secundari de la seva vida. Tot i així aquesta opció encara està en desenvolupament i no està disponible de forma comercial. L'empresa Algenol l'està desenvolupant i assegura que amb l'etanol generat a partir d'algues es podrà reduir un 60% les emissions de CO₂ ja que per produir l'etanol les algues capturen CO₂ de l'atmosfera i com a producte col·lateral produeixen aigua potable. L'ús d'aquesta tecnologia abaratiria el preu del combustible mentre que no utilitzaria terra de conreu que podria seguir-se destinant a fins alimentaris.

VIII. ENERGIA NUCLEAR

L'energia nuclear és una energia controvertida, hi ha qui pensa que donades certes condicions es pot considerar com a energia sostenible, en canvi també hi ha opinions que la consideren un gran perill, tant per la dificultat de tractar amb els residus que es generen com per els possibles danys que pot causar a la població en cas d'un mal funcionament com va passar a Txernòbil i, en menor mesura, a Fukushima.

Alguns d'aquests inconvenients es podrien solucionar utilitzant reactors de tori en comptes d'urani, que produeixen molts menys residus. Tot i així la creació d'aquests reactors té moltes dificultats tècniques i no és gaire viable econòmicament respecte la creació d'energia utilitzant urani.

També s'estan estudiant models de reactors amb eficiències molt elevades com l'IFR (Integral Fast Reactor) que permetrien aprofitar la majoria de l'energia del combustible mentre que els reactors convencionals aprofiten fins un 5% de l'energia. Malgrat tot aquests reactors són difícils de construir i tenen diversos desavantatges tècnics i econòmics que els fan poc viables respecte els altres generadors nuclears, per tant s'haurà de fer més recerca.

IX. ÚS RESPONSABLE

De moment hem anat esmentant diferents tecnologies i qui paper creiem que tenen actualment i en un futur explicant els diferents avantatges i inconvenients d'uns i altres i la recerca que s'està fent. Però no hem parlat de què pot fer un enginyer físic com a ciutadà per tal de ser més sostenible energèticament.

El primer pas seria ser conscient del consum elèctric i energètic, usar transport públic abans que usar transport particular, evitar usar la calefacció i l'aire condicionat de forma excessiva, no tenir aparells endollats quan no els fem servir...

També s'hauria de comprar energia de proveïdors que es posicionin a favor de l'energia sostenible i encara millor seria si es pogués compra energia sostenible directament. D'altre banda ens podríem plantejar la instal·lació del nostre propi sistema de plaques solars, això a Espanya és econòmicament desfavorable ja que s'obliga als particulars a pagar un impost per el fet d'estar connectats a la xarxa elèctrica i no se'ls pagarà per l'energia que diposita a la xarxa. Això, sumat als preus elevats de les plaques solars fa inviable el futur

desenvolupament solar d'Espanya, aquesta mesura presa pel govern és clarament perjudicial, ja que dificulta la producció d'electricitat a petita escala, i s'hauria de revocar.

X. CONCLUSIONS

L'enginyeria física pot aportar grans desenvolupaments en el sector de les energies. Hem vist que hi ha tecnologies que han vist un ràpid creixement i tenen un gran futur per davant, com serien les plaques solar, els biofuels i el biogàs. D'altres són més simples tècnicament, però alhora de vital importància, com per exemple la biomassa, els aerogeneradors i les centrals hidroelèctriques. L'objectiu és que en un futur les energies sostenibles generin la majoria i fins i tot la totalitat de l'energia consumida.

XI. BIBLIOGRAFIA I INFORMACIÓ ADDICIONAL

1. Què és l'energia sostenible?

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/>
http://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2016/08/7_Why-it-Matters_Goal-7_CleanEnergy_2p.pdf
<http://www.conserve-energy-future.com/sustainableenergy.php>
https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_energy
https://en.wikipedia.org/wiki/100%25_renewable_energy
https://ca.wikipedia.org/wiki/Frakturaci%C3%B3_hidr%C3%A0ulica
https://en.wikipedia.org/wiki/Fossil_fuel
 19%

2 Energia hidràulica

https://en.wikipedia.org/wiki/Run-of-the-river_hydroelectricity
<https://cienciasycosas.com/2010/09/25/como-afecta-al-medio-ambiente-la-existencia-de-un-embalse/>

3 Energia solar

https://en.wikipedia.org/wiki/Thin-film_solar_cell
https://en.wikipedia.org/wiki/Crystalline_silicon#Energy_payback_time
https://en.wikipedia.org/wiki/Space-based_solar_power
https://www.icfo.eu/research/groups-details?group_id=22
https://ec.europa.eu/research/energy/eu/index_en.cfm?pg=research-photovoltaics
<https://energy.gov/eere/sunshot/photovoltaics-research-and-development>
<https://www.nrel.gov/pv/>
<http://pv.mit.edu/home/research/>

4 Energia eòlica

https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power
<https://fowgem.upc.edu/en/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_grid

5 Bateries

https://www.tesla.com/es_ES/powerwall?redirect=no
<https://www.brookings.edu/blog/techtank/2015/09/15/five-emerging-battery-technologies-for-electric-vehicles/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Photovoltaic_system
https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_panel

6 biogàs i biomassa

<https://en.wikipedia.org/wiki/Biogas>
https://en.wikipedia.org/wiki/Bio-energy_with_carbon_capture_and_storage
<https://en.wikipedia.org/wiki/Biomass>
 7 biofuels
https://en.wikipedia.org/wiki/Ethanol_fuel
<https://en.wikipedia.org/wiki/Algenol>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>
https://en.wikipedia.org/wiki/Algae_fuel
https://en.wikipedia.org/wiki/Vegetable_oil_fuel
 8 nuclear
https://en.wikipedia.org/wiki/Integral_fast_reactor
https://en.wikipedia.org/wiki/Breeder_reactor
https://en.wikipedia.org/wiki/Thorium-based_nuclear_power
 9 Ús responsable
http://economia.elpais.com/economia/2015/06/11/actualidad/1434045755_578391.html

Acció pel clima

Laura Portos Amill

I. INTRODUCCIÓ

UNES de les frases que més he sentit al llarg de la meua vida probablement siguin “No sabeu quina sort que teniu els joves d’ara!”, o “Teniu més facilitats que les que mai hem tingut nosaltres!”. Crec que tothom, o gairebé tothom que ho diu, no sap ben bé de què està parlant o no es para a pensar-hi massa, ja que sí que és cert en alguns sentits (de fet, crec que si ens ho mirem des del punt de vista més materialista, tenim la vida increïblement millor muntada que una persona de la meua edat fa cinquanta anys), però en molts altres sentits, i potser aquests són els més importants, crec que ho tenim bastant pitjor.

Potser aquests altres punts on ho tenim més difícil són menys tangibles i per això algunes persones no se n’adonen que ens manquen. Amb això últim em refereixo a que potser sí que és veritat que ho tenim més fàcil a l’hora de fer un treball bibliogràfic, ja que disposem d’eines com el internet amb el qual tenim fonts d’informació gairebé il·limitades; però també és veritat que una gran part de la població mundial no té accés a aquests avantatges.

I tampoc té accés a menjar calent cada dia, a una educació de qualitat o als mateixos drets que tindria algú del sexe contrari; entre d’altres coses. I això, si ens referim a les persones com a individuals, però si ens veiem com a un col·lectiu, crec que hi ha varis punts en els quals hem anat decaient amb els anys, com poden ser clarament la contaminació (ja sigui lumínica,

atmosfèrica o acústica), la preservació de comunitats ecològiques en perill d’extinció, aigua neta per a tothom o per exemple, accés a una feina decent.

També hi ha altres aspectes de la vida actual en els quals potser sí que hem millorat respecte de fa potser cinquanta anys, però en els quals no considero gens ni mica que estiguem en un punt en el qual ens haguem de sentir còmodes o satisfets. Per exemple, està bastant clar que ni tan sols a un país del primer món tenim igualtat de drets, accés a energies no contaminants, ni tampoc se’ns educa a favor d’un consum responsable.

De tots aquests punts en els quals estem molt lluny d’assolir un estat òptim, sota el meu punt de vista, n’hi ha bastants que venen causats pel consumisme que governa gran part de les nostres accions i amb el qual ens han educat a nosaltres i a la gent que gestiona les grans empreses o inclús governs dels països on vivim. Crec que això és clar, ja que si s’ensenya a donar més valor a una gran mansió, un cotxe, etc. que no pas a la vida, ja sigui humana o animal, i algú a càrrec d’una fàbrica, per exemple, ha d’escollir entre quedar-se amb els mateixos beneficis que fins ara, o augmentar-los a costa de contaminar una mica més; una gran part de la població escolliria els diners, i una part encara més gran de la població no faria res per impedir-ho.

Sigui quina sigui la causa de tots aquests punts en els quals encara anem molt enrederits com a societat, clarament, els hem de solucionar, com abans millor. I, tot i que crec que no tothom està d’acord en quin és l’abast que poden arribar a tenir les repercussions d’aquests aspectes de la

nostra vida, crec que tots pensem que els hem d'eradicar, quan abans millor.

Per això trobo interessant que s'hagin fet aquests “Objectius del desenvolupament sostenible”, tot i que la veritat, és que trobo que és una mica optimista fixar el seu assoliment per a l'any 2030. Crec que la part de la societat que està més conscienciada sobre la necessitat de canviar és la minoria i, encara pitjor, crec que dins de les altes esferes de poder hi ha molt poca conscienciació, o potser no volen ser-ne conscients per tenir un problema menys.

II. CANVI CLIMÀTIC

D'entre els grans problemes de la nostra societat actual, alguns dels quals, ja els he esmentat, crec que el canvi climàtic n'és un dels més importants.

Crec que no en som del tot conscients de què significa el canvi climàtic. Gairebé tots sabem que és dolent per a nosaltres, però molt pocs fem alguna cosa, encara que sigui petita per remeiar-lo (i dic que gairebé tots ens som conscients perquè, sorprenentment hi ha persones, algunes de les quals en posicions de poder, que afirmen que el canvi climàtic no existeix).

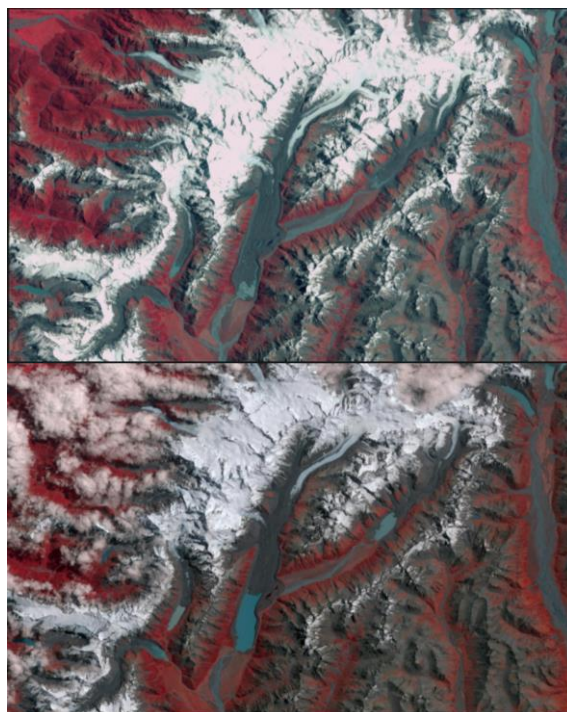
Crec que no ens adonem que aquest planeta és l'únic que tenim de moment i si seguim contaminant la Terra tal i com ho estem fent ara, hi haurà un moment, no gaire llunyà en el qual ja no puguem posar-hi remei i per tant, matarem a una gran part de les comunitats ecològiques.

Potser aquesta és una visió molt pessimista sobre el canvi climàtic, però crec que si no comencem a veure-ho com una cosa tant dràstica, no farem res per evitar-ho com a col·lectiu. I el pitjor de tot és que sembla que no ens adonem de les coses fins que no les tenim al

damunt, però amb el cas del canvi climàtic, aleshores ja serà massa tard.

Els principals efectes esperats del canvi climàtic són la pujada de la temperatura de la superfície terrestre, i amb ella l'augment de la temperatura de mars oceans i glaceres, que provocarien l'augment del nivell del mar. De fet, segons l'IPCC (Grup Intergovernamental d'experts sobre el Canvi Climàtic) aquests segle s'espera que la temperatura a la superfície augmenti al voltant dels 3 o 4 °C, el que significaria un augment del nivell del mar d'uns 98cm. I si no fem que l'augment de les temperatures cesi, es calcula que en els pròxims mil·lennis acabaria pujant uns 58 metres de l'estat actual.

Altres conseqüències, a banda de la pujada del nivell del mar, són que hi haurà més onades de calor, més sequeres, els fenòmens naturals com huracans o tempestes es tornaran més agressius, probablement l'Àrtic s'acabi desfent del tot i augmentaran les al·lèrgies i l'asma a causa de l'augment de la contaminació atmosfèrica.



Encongiment de glaceres a Nova Zelanda
A dalt, Gener 1990; a baix, Gener 2017

III. QUÈ ESTEM FENT PER REDUIR EL CANVI CLIMÀTIC?

Donades les circumstàncies a les que ens trobem, molt països han arribat a la conclusió que si no prenem mesures contra el canvi climàtic, acabarem matant a gran part del medi ambient i ens acabarem causant múltiples malalties.

Per evitar-ho, algunes de les mesures que s'han pres són, per exemple, fomentar les energies renovables no contaminants o aprofitar els avenços de les tecnologies per reduir les emissions de gasos contaminants en accions del nostre dia a dia.

Les energies renovables són aquelles que es poden regenerar, un cop han estat utilitzades, per obtenir-ne més energia ja sigui de manera natural o artificial. Alguns exemples d'energia renovable són els següents:

- Energia hidràulica: aquella que prové de l'energia potencial acumulada en els salts d'aigua dels rius amb gran cabal. Actualment a Espanya, l'energia hidràulica representa el 15% del total de l'electricitat. El seu gran desavantatge és que depèn molt de les condicions climatològiques.
- Energia solar tèrmica: consisteix en obtenir energia a partir de la calor produïda pel Sol mitjançant panells solars. Actualment no és la que més s'utilitza, però podria arribar a significar el 25% de l'energia consumida en una llar, ja que serviria per a escalfar l'aigua (per ús domèstic, o per a calefaccions), o per a construir hivernacles solars
- Biomassa: és l'energia emmagatzemada durant la fotosíntesi, mitjançant la qual les plantes transformen energia solar i diòxid de carboni en energia. En el transcurs dels processos que formen la fotosíntesis, la biomassa acaba emmagatzemant molta energia que es

pot aprofitar al transformar-la en energia tèrmica, elèctrica, o inclús en combustibles d'origen vegetal.

- Energia solar: l'obtinguda a partir de l'energia lumínica, que mitjançant panells fotovoltaics és transformada en energia elèctrica.

Significa una gran font d'energia ja que cada any la radiació solar aporta a la Terra l'equivalent a varis milers de vegades la quantitat d'energia que consumiria la humanitat durant aquell any. A més a més, presenta el gran avantatge que pot ser utilitzada en el mateix lloc de recol·lecció, és a dir, existeixen edificis que s'abasteixen a partir de l'energia solar obtinguda a través dels panells instal·lats al seu sostre.

Tot i que podria arribar a presentar una gran part de l'energia utilitzada per la població, encara queda molt de temps fins que s'arribi a poder normalitzar ja que la infraestructura que suposa tenir plaques solars a casa o a un edifici suposa una inversió econòmica que fins després de varis anys d'haver-la fet no comença a sortir a compte i, tornant al tema del consumisme, molt poca gent s'atreveix a fer-la.

- Energia eòlica: és l'energia obtinguda mitjançant molins de vent que converteixen l'energia cinètica del vent en energia elèctrica mitjançant les aspes que fan girar un eix central connectat a un generador elèctric.

És l'energia renovable menys costosa i la que podria arribar a tenir un impacte més gran sobre el nostre clima si de veritat acabem substituïm totes les fonts d'energia elèctrica per parcs eòlics, ja que el sector elèctric és responsable del 29% d'emissions de diòxid de carboni de la Terra.

Malauradament, tot i que sembla que tenim al nostre abast una gran quantitat de fonts d'energia renovable, seguim encara donant-li massa pes a les fonts "tradicionals", probablement perquè són més barates.

Crec que la única possible solució ara mateix és que tots comencem a canviar i deixem d'utilitzar en gran part les fonts contaminants. Per aconseguir-ho, primer s'ha de fer que les fonts renovables siguin accessibles per a tothom.

Amb això últim em refereixo a que, si volem que la gran majoria de la població utilitzi una certa font d'energia, no podem esperar que això sigui així si per utilitzar-la, l'individu ha de construir una infraestructura que li costarà una quantitat de diners que no veurà compensada amb el simple fet de contaminar menys.

Veig que aquí és on entrem les noves generacions, les quals hem estat educades amb una nova visió, o inclús amb nous estudis, crec que més adients per a la societat actual i a les noves tecnologies i amb els quals podem innovar molt en aquests temes.

IV. BIBLIOGRAFIA

<https://climate.nasa.gov/>

<https://www.ipcc.ch>

<https://www.nrdc.org/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable

Ecosistemes terrestres i l'Enginyeria Física

Pau Riera, *Universitat Politècnica de Catalunya*

Abstracte—L'enginyeria té un paper vital en el desenvolupament de l'ésser humà, però està profundament correlada amb l'àmbit natural. En aquest article revisarem la relació que aquesta té amb ecosistemes terrestres i farem algunes conjectures sobre com millorar-ne el rendiment sense que això impliqui un impacte ecològic negatiu.

Termes Indexats— Consciència col·lectiva, Economia Circular, Impacte ecològic, Rendibilitat, Sostenibilitat, Residus contaminants.

I. INTRODUCCIÓ

DES de l'inici dels temps per l'ésser humà, aquest ha perseguit amb ambició la manera d'innovar i trobar estris que li facilitin la vida quotidiana. Ho vam veure quan vam començar a servir el foc per cuinar el menjar o a idear estructures que facin de sostre i no haver de viure a la intempèrie. Potser l'exemple més recent seria la creació de telèfons intel·ligents interconnectats amb un xarxa global que ens poden donar qualsevol informació en qüestió de segons. Tot i així, aquests avenços provenen d'un entorn natural que proveeix generosament i que de vegades no és tractat amb el degut respecte. Aleshores, és certament evident que l'avenç humà guarda una estreta relació amb la naturalesa. Aquí discutirem breument si estem cometent un abús de confiança, o bé si calen algunes mesures per tal que el medi terrestre no es vegi negativament afectat. Per tenir una vista perifèrica, veurem els principals problemes als que s'enfronta el desenvolupament sostenible en l'àmbit dels ecosistemes terrestres, i també les solucions (siguin suficients o no) adoptades. Per acabar, cal recalcar la imperiosa necessitat d'instal·lar una consciència col·lectiva per allunyar-nos de la contaminació a favor d'un entorn fructífer i saludable.

II. AMENACES EN ENTORNS TERRESTRES

El 1987 la Comissió Mundial per l'Ambient i el Desenvolupament va publicar l'informe "El nostre futur comú", on apareix la següent definició:

"Desenvolupament sostingut és el desenvolupament que satisfà les necessitats del present sense comprometre la capacitat de les futures generacions per satisfer les seves pròpies necessitats." [1]

Queda per tant patent que hem de garantir que l'ús que fem dels recursos naturals ha d'estar justificat i limitat, encara que de vegades no sigui així. En els últims anys, l'ésser humà ha

demostrat una certa inclinació a saltar-se moltes normes mediambientals amb el consegüent canvi climàtic, ja sigui probablement per una major preocupació en la rendibilitat i el mercat que no pas en el medi ambient.

1 Creixement demogràfic

Tot i semblar un fet innocent, l'augment de població desencadena molt problemes en el que es refereix en sostenibilitat.

Per començar, fins fa relativament poc la població humana a la Terra era reduïda i el nivell de tecnologia poc avançat. Això es tradueix en un impacte al seu entorn quasi negligible, pel que la naturalesa podia en la seva totalitat absorbir-lo. Últimament el problema apareix veient que amb maquinària pesada podem produir més i en menor temps, pel que l'abús ecològic es multiplica.

Aleshores, per abastir tota la població necessitem conrear més camps amb la consegüent degradació del sòl, processar més productes (ja siguin d'ús primari, com aliments, o bé d'ús secundari, com aparells electrònics) i per tant explotar més recursos naturals, com mines de carbó o jaciments de petroli. Tota aquesta despesa genera uns productes que acabaran sent, en menor part, residus. Aquests s'han de tractar adequadament per evitar una pol·lució massiva. Per tant ens trobem en una situació ben fàcil de descriure: a més persones, més necessitats i per tant, augment de productivitat, que duu a més contaminació i a més residus.

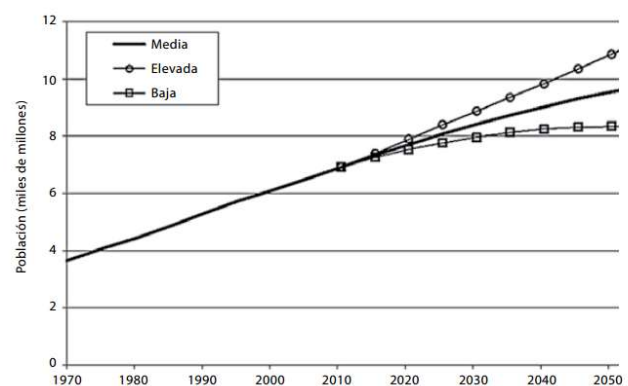


Fig. 1. Gràfic de l'informe demogràfic de la ONU de 2014 que mostra estimacions de la població total mundial des del 1970 fins el 2050. Les bifurcacions són degudes a la fertilitat: ja sigui baixa, mitja o elevada.

Per respondre a aquest problema, caldria adaptar (i complir degudament) una legislació que protegeixi adequadament l'entorn terrestre, per exemple: reduir l'ús de pesticides en conreus, prohibir la desforestació massiva, o en general intentar no desgastar-lo a un ritme més ràpid del qual es regenera. Un aspecte fonamental també, com s'ha comentat a la introducció breument, és la promoció d'una consciència col·lectiva. Aquesta és una solució indirecta, ja que suposaria menys producció i menys residus. Una altra proposta és la que han instal·lat diversos països com la Xina per tal de controlar la natalitat i el ritme de creixement de la població.

Finalment cal esmenar que el problema poblacional és molt seriós degut a l'esgotament de recursos naturals i la severa sobreexplotació a la que es veuen. La *Global Footprint Network* avisava el 2014 que el Dia de la Sobre capacitat arribava el 19 d'agost, mentre que l'any 2000 ho feia el dia 1 d'octubre. Xifres molt preocupants que donen idea del mal ús que fem del planeta.

2 Energia: Producció i consum

L'energia és un tema que duu implícit la conseqüent pertorbació ambiental. Com bé sabem, les fonts d'energia primàries es poden classificar en renovables o no renovables. Tot i així, també es poden dividir segons la descripció proposada per Putnam el 1953, que feia servir les paraules *ingrés energètic* i *capital energètic*. El primer comprèn aquells recursos que es renoven contínuament a causa de forces físiques, com marees, vent, gradients tèrmics a l'oceà, aportació solar directa, etc. L'últim terme es refereix principalment a combustibles fòssils dipositats a la Terra fa cents de milions d'anys o a minerals radioactius ja present quan es formà el planeta. [2]

Fins ben entrat el segle XIX, la principal font d'energia que tenia l'home era la provinent de la combustió de fusta. Hem de comprendre que l'impacte que tenia la combustió de la fusta era mínim: el ritme d'extracció era prou baix com per que la natura per sí sola pogués restaurar-la tota i, a més, l'ús que se'n feia era reduït ja que no hi havia cap tipus de maquinària i, per tant, produïa un efecte quasi menyspreable. La Industrialització va suposar un punt d'inflexió amb l'aparició de les màquines impulsades per carbó, el qual va substituir la fusta com a principal font energètica. A partir d'aquell moment va començar l'explotació de les mines de carbó arreu del món, que a més suposen un perill per a la salut dels miners. A mesura que passaven els anys, descobríem altres combustibles fòssils que donessin millor rendiment que el carbó i, fins i tot, gràcies als avenços en física quàntica, érem capaços de crear centrals nuclears per obtenir energia a partir de la fissió nuclear, un procés altament energètic.

Llavors ens enfrontem a diversos reptes amb l'energia: la producció amb un impacte mediambiental mínim, un transport eficient (una gran producció seria inútil amb un transport pobre) que s'adeqüi a les condicions de l'entorn, un consum responsable i, per últim, el tracta de possibles residus.

La producció òptima seria aquella que obtingués tota l'energia que volgués compromentent al mínim la natura. Això en ocasions pot ser complicat: l'extracció de carbó de les mines desgasta el seu entorn fins al punt de la depredació de jaciments existents a part de ser un problema social per la salut dels treballadors; el petroli necessita grans instal·lacions per a ser extret, cosa que afecta en gran mesura els ecosistemes circumdants i el gas natural contamina en gran mesura quan és extret.

Una pràctica que s'ha popularitzat últimament és la del *fracking* o fracturació hidràulica, consistent en extreure un tipus de gas no convencional atrapat entre capes de roca a gran profunditat. Per fer-ho, s'injecta aigua amb additius químics a gran pressió fins que trenca la capa de roca i el gas pot escapar fins la superfície juntament amb la solució emprada. [3] Com a conseqüència, pot haver-hi una contaminació de les aigües del voltant i possibles fugues de gas que posen en perill tot l'ecosistema. També pot facilitar el succés de sismes.

Veiem doncs la quantitat de problemes que genera la producció d'energia a nivell mundial, i per tant cal replantejar-nos l'ús de fonts d'energia renovables i fomentar-les per tal d'evitar desastres mediambientals. Una altra solució podria ser l'establiment de més impostos per aquelles companyies que segueixin apostant per les fonts contaminants per així fer-les menys rendibles.

Sense entrar gaire en detall, només esmentar que caldria millorar el transport d'energia (principalment amb cables d'alta tensió que van del lloc de producció a una central transformadora) ja que l'impacte que generen empobreix la zona en qüestió, creant obstacles que poden ser mortals per la fauna i la flora.

Com a incís, un grup de recerca japonès va aconseguir distribuir energia solar de l'espai a un receptor situat a 55 metres de distància fent servir microones. Potser aquest és el futur que ens espera, ja que l'energia solar a l'espai és il·limitada i només ens cal trobar la manera de transmetre-la fins la Terra. [4]

Finalment, hem de prestar prou atenció al tema dels residus que generen algunes fonts a l'hora de produir energia. Per exemple, l'energia nuclear, tot i ser neta per no afectar directament l'ambient, crea un problema amb els residus radioactius que origina. Actualment, aquests es s'emmagatzemen en sistemes de gestió que en garanteixen l'aïllament i confinament gràcies a la tecnologia vigent. Tot i això, ja s'ha provat en dues ocasions que les centrals nuclears poden suposar grans desastres mediambientals, com foren els de Txernòbil i Fukushima el 1986 i el 2011, respectivament. El primer va causar l'evacuació de 116.000 persones en un radi de 30 km, fent que aparegués a la zona el "Bosc Vermell", on la majoria d'animals i plantes van morir i va causar pèrdues en la capacitat reproductiva. [5] El segon va sorgir arran d'un terratrèmol i va deixar en evidència que fins i tot en països desenvolupats i amb un alt nivell de seguretat, l'emmagatzematge de residus radioactius pot acabar sent una gran amenaça pels ecosistemes propers. Potser una solució per aquest problema seria disminuir la producció d'energia usant aquest mètode, o bé fer-ho si resulta imprescindible, ja que tot

i no ser gaire probable, l'impacte ecològic fort pot arribar a succeir. També podríem fomentar la investigació en aquest camp per trobar maneres d'aprofitar aquests residus i fer-los viables i en això l'Enginyeria Física té molt a veure, ja que està enfocada a les tecnologies del futur. Aleshores el guany seria molt major i l'impacte que tindria a l'ambient, molt menor.

3 Efecte hivernacle

Sense cap tipus de dubte, un dels problemes ambientals més importants que s'estan produint actualment es deu a l'acumulació de diòxid de carboni (CO_2) a l'atmosfera terrestre. Això és degut, principalment, a la cremació de combustibles fòssils, la desforestació i el desgast del complex orgànic del sòl. La major part dels gasos emanats a l'atmosfera provenen de grans fàbriques i com veïem abans amb el problema demogràfic, cada cop es va requerint més i més producció, el que fa que augmenti la concentració dels gasos a l'aire. Aquest diòxid de carboni seria purificat per mitjà de la fotosíntesi, procés dut a terme en arbres i plantes que, desgraciadament, van minvant a causa d'una desforestació massiva. Aquesta és particularment alarmant en països sud-americans, on necessiten de recursos per desenvolupar-se.

Les conseqüències d'aquest efecte hivernacle comencen a ser visibles: aquest influeix directament en la temperatura de l'atmosfera i la superfície terrestre, ja que amb l'augment de concentració de diòxid de carboni s'afavoreix una major retenció de radiació que hauria de sortir a l'espai i per tant, la temperatura puja. Degut a aquest augment de la temperatura, els pols de la Terra començarien a fondre, el que permetria que pugés el nivell del mar deixant ciutats actuals sota l'aigua. Evidentment, més enllà de l'impacte que tindria sobre els humans hem de sumar la destrucció de la majoria d'ecosistemes polars, amb la consegüent desaparició i extinció de diverses espècies. Una altra conseqüència és l'augment de l'aridesa dels cultius en zones interiors, i per tant àrees més seques que no podrien sostenir la quantitat de biodiversitat actual.

Per altra banda i paral·lelament, també s'està produint un desgast progressiu de la capa d'ozó (O_3) de té la Terra a nivell de l'estratosfera. Aquest ozó és atacat per altres gasos segregats principalment per l'ésser humà i pot significar un canvi radical de la vida terrestre: la seva funció es desviar gran part de la radiació ultraviolada que arriba al planeta. Amb una disminució de l'ozó s'afavoreix l'arribada de radiació UV, molt nociva per als elements vius, ja que afecta en certa mesura tots els teixits vius.

Així doncs, veiem que comencen a aparèixer represàlies pels nostres actes. Tot i haver-se celebrat nombroses cimera per tal de signar convenis (Rio de Janeiro, 1992; Kyoto, 1997; París, 2015 entre d'altres), hi ha països que segueixen amb legislacions prou laxes com per afavorir la rendibilitat d'algunes companyies que contaminen en gran mesura. Probablement s'hauria de buscar una ràpida solució jurídica i administrativa per tal que les grans potències contribueixin a una disminució de la pol·lució, així com invertir en investigació que pugui donar les claus per fer desaparèixer el problema.

Per acabar, cal fer esment de la pluja àcida, un tipus de precipitació que presenta altes concentracions d'àcid sulfúric i àcid nítric. La capa vegetal en descomposició i els volcans alliberen alguns químics a l'atmosfera que poden originar pluja àcida, però la major part són deguts a l'acció humana. Quan l'ésser humà crema combustibles fòssils, allibera diòxid de sofre (SO_2) i òxids de nitrogen (NO_x) a l'atmosfera i aquests es mesclen amb l'aigua per crear solucions diluïdes. [6]

La pluja àcida constitueix un greu problema per la majoria d'ecosistemes aquàtics, ja que en varia la constitució i components de l'aigua, però també afecta a nivell de terra en el sentit que aquesta precipitació nociva roba nutrients al sòl i allibera alumini, cosa que dificulta l'absorció d'aigua per part dels arbres. En general, dificulta la nutrició de la flora en un entorn terrestre i debilita la major part d'arbres i plantes.

Per tant, veiem que una reducció d'emissió de gasos nocius per part de l'ésser humà seria beneficiosa en molts àmbits. De no ser així, es pot produir un deteriorament recurrent d'ecosistemes tan terrestres com aquàtics que duria a un entorn completament. L'enginyeria podria proporcionar medis per deixar d'emetre gasos, amb la creació d'instruments menys contaminants i amb menor impacte sobre el medi ambient. Tot i així, cal reiterar la importància de la recerca i investigació per trobar mètodes eficaços i rendibles d'acabar amb aquestes amenaces.

4 Residus humans

Aquest apartat final està destinat als residus que generem i l'amenaça que suposen si no són tractats correctament. Ens referim a residus com tot allò que no podem aprofitar amb els mitjans de què disposem actualment i són rebutjats.

En primera instància, cal posar èmfasi en el fet que moltes de les activitats que realitzem diàriament comporten una certa quantitat de residus, el quals s'han de gestionar i saber administrar. El tractat d'aquests normalment és eficaç però en moltes ocasions i degut bàsicament a negligències, una bona part dels residus van a parar directament a la natura, el que provoca un gran canvi a l'ecosistema i poden originar problemes (incendis deguts a cigarretes, morts d'animals per ingesta involuntària o per altres raons com ofegament, etc.).

Per tant, i per tal d'evitar una quantitat major de residus a mesura que augmenta la població (vist en el primer apartat), seria molt adient trobar una manera de minimitzar-los per tal d'evitar-ne la posterior gestió i eliminació, o bé trobar alguna forma d'aprofitar millor aquests residus per fer-los útils de nou. Amb la primera idea ens referim a tractar de trobar materials polivalents i que puguin ser usats en diverses ocasions, disminuint en gran mesura la quantitat que s'hauria de llençar i que aquests estiguin a l'abast de tothom. Per acabar, s'hauria de fomentar molt més el reciclatge en tots els àmbits, ja que evita l'eliminació d'un tipus de residu i, alhora, també evita la producció i transport del posterior producte.

Una gran idea que es comença a implantar i suposaria una gran revolució és l'anomenada *Economia Circular*, que es diferencia del model industrial capitalista actual per l'objectiu de reduir tant la producció de materials com la sortida de

deixalles o residus. El punt clau resideix en que és una estratègia purament econòmica i no pas ecològica, però afecta indirectament el medi ambient fent que sigui sostenible pels seus propis principis, ja que promouen molt més la sostenibilitat del desenvolupament de l'economia i la societat. En definitiva, es tracta d'una idea revolucionària que esperem que guanyi adeptes, com porten fent els xinesos des de fa anys. [7]

REFERÈNCIES:

- [1] J. Glynn Henry i Gary W. Heinke, pàg. 9 *Environmental Science and Engineering*, 2a ed. Mèxic.
- [2] J. Glynn Henry i Gary W. Heinke, pàg. 50 *Environmental Science and Engineering*, 2a ed. Mèxic.
- [3] A. Martins, *¿Qué es el fracking y por qué genera tantas protestas?*, http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/10/131017_ciencia_especial_fracking_abc_am (Online, accedit el 20/04/2017)
- [4] E. Ackerman, *Japan demoes wireless power transmission for space-based solar farms*, <http://spectrum.ieee.org/energywise/green-tech/solar/japan-demoes-wireless-power-transmission-for-spacebased-solar-farms> (Online, accedit el 20/04/2017)
- [5] Wikipedia. *Accidente de Chernóbil*. https://es.wikipedia.org/wiki/Accidente_de_Chern%C3%B3bil (Online, accedit el 20/04/2017)
- [6] National Geographic, *Lluvia ácida*, <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/datos-del-dia-de-la-tierra-cuando-es-como-empezo> (Online, accedit el 20/04/2017)
- [7] Z. Yuan, J. Bi, Y. Moriguchi, *The Circular Economy: A New Development Strategy in China*, 2006, per la Massachusetts Institute of Technology i la Yale University.
- [8] United Nations, *World population prospects*, Nova York, 2014.
- [9] Global Footprint Network, <http://www.footprintnetwork.org/> (Online, accedit el 20/04/2017)

Trabajo de competencia

Javier Rojo González

Resumen- Este artículo trata sobre la relación que tiene la ingeniería física y la ingeniería industrial con el objetivo de desarrollo sostenible número 9 de la ONU: *Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación*. Se tocarán varios temas tratándose la relación entre la economía y la sostenibilidad, la ética y moral que subyace en el problema, ejemplos de actuaciones no sostenibles a nivel industrial pasadas y presentes y por último una reflexión sobre lo que conlleva ser ingeniero.

I. Introducción

La revolución industrial comenzó a finales del siglo XVIII, y marcó un antes y un después en la historia de la humanidad. El avance de la tecnología y el dominio de las máquinas dio lugar a procesos mecanizados y a la producción a gran escala, a la vez que impulsó el desarrollo tecnológico y la investigación con el fin de poder producir toda clase de productos de la forma más eficiente posible. También dio lugar al desarrollo del sistema económico capitalista. Sin embargo este desarrollo industrial no solo tenía cosas positivas, las nuevas máquinas (como cualquier máquina) necesitaban una fuente de energía para funcionar y por lo general era carbón o más generalmente combustibles fósiles que emiten gases que mucho más tarde se comprobó que destruían la capa de ozono, aparte de empezar a necesitar cada vez cantidades más grandes de materias primas con el objetivo de aumentar la producción. Por otra parte la necesidad de mano de obra para manejar las máquinas y la posición de poder de los dueños de las máquinas frente a los obreros conllevó una explotación de mano de obra que en Europa llevó a importantes revoluciones sociales, y que tristemente todavía no se ha erradicado del mundo.

Ese fue el comienzo de la industria actual que tiene a su cargo tanto la producción como la creación de infraestructuras para distintos servicios que nos ofrecen muchas comodidades y nos hacen la vida más sencilla, al menos para quienes vivimos en países desarrollados. Sin embargo todas estas comodidades tienen tras de sí unas consecuencias negativas en las que pocas

veces nos paramos a pensar y que son de carácter muy grave y muchas veces inhumano.

El objetivo de sostenibilidad de la ONU *Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación*, básicamente busca la industrialización sostenible e inclusiva evitando situaciones de explotación y fomentando actividades que puedan permanecer indefinidamente en el tiempo (los recursos que utiliza no se agotan) y el desarrollo industrial y la construcción de infraestructuras que permitan diversos servicios y mejor acceso para promover el desarrollo de zonas subdesarrolladas hasta el nivel de las desarrolladas.

II. Relación de la sostenibilidad con la economía

En 1968 Garret Hardin, filósofo y ecologista, publicó un ensayo llama 'The tragedy of the commons'. En este ensayo mostró cómo la teoría económica en la que se basa el capitalismo y que consiste básicamente (según las teorías de economistas clásicos como David Ricardo y Adam Smith) en que la búsqueda del beneficio personal lleva automáticamente hacia el bien social (la 'mano invisible' de A. Smith) y por lo tanto todo lo que habría que hacer para conseguir el máximo beneficio social es que todos buscáramos nuestro máximo beneficio personal, no funcionaba correctamente en el caso de los comunes. Esto es muy fácil de entender con el ejemplo propuesto por el propio Hardin en el cuál imaginamos que existe un prado donde se puede poner a pastar llamas. En este prado si los ganaderos buscan su máximo beneficio personal pondrían el máximo número de llamas posibles cada uno, pero esto sin embargo conllevaría el agotamiento de los recursos naturales del prado (el común) ya que no se podría regenerar a tiempo debido a que las llamas consumen demasiada cantidad de hierba y esto acabaría provocando una desgracia para todos los ganaderos que ya no podrían vivir del pasto, y por tanto no se habría obtenido el máximo beneficio social debido a que nadie tuvo en cuenta que aunque al poner más llamas aumentaban su beneficio personal esto producía una pérdida social traducida en la degeneración del prado. Este es un fenómeno que se produce con los bienes denominados comunes que son aquellos

Artículo sobre el objetivo del milenio de la ONU: Industria, innovación e infraestructura

que no son rivales (todos tienen acceso a estos bienes) ni tampoco excluyentes (no está limitado el número de personas que pueden acceder a ellos). Ejemplo de este tipo de bienes suelen ser recursos naturales como prados, bosques, mares, la atmósfera... El daño que se produce de carácter social (sobre los bienes comunes) debido a una actividad económica y del que esta actividad se desentiende completamente se denomina externalidad negativa.

El sistema económico capitalista aparte de basarse en la búsqueda del máximo beneficio personal tiene una característica muy significativa que consiste en la propiedad privada de los bienes de producción, esto lo que produce realmente es que aquel que posea los medios de producción posea puestos de trabajo que es una necesidad de la población y por tanto pueda explotar esta necesidad de forma que los trabajadores obtengan mucho menos dinero que el que deberían por su trabajo. Este es el concepto de plusvalía desarrollado en la teoría económica de Marx. Por tanto la búsqueda del máximo beneficio personal del poseedor de los medios de producción pasa por encontrar a personas más necesitadas de trabajo y de ingresos por pequeños que sean, y por tanto la búsqueda de las desigualdades sociales o el favorecimiento de las guerras y los conflictos en otros países para poder obtener mano de obra barata o reducir el precio de alguna materia que exporta el país... en definitiva la búsqueda de desigualdades y miseria ajena para beneficio de ellos que tienen poder sobre las personas más necesitadas de ingresos, lo que al fin y al cabo acaba siendo una forma de externalidad negativa, producen daño y pérdidas de carácter social para obtener ellos más beneficios, ya que no se tienen que hacer cargo de estas pérdidas.

La relación con la sostenibilidad es que como se ha enunciado las actividades económicas si se basan en los principios que rigen el capitalismo no se preocupan por la contaminación de mares, de la atmósfera, de la desigualdad, de la pobreza, de la explotación, del agotamiento de los recursos naturales... y por tanto tienden a ser actividades que no se preocupan por el reciclaje, el tratamiento de residuos, la contaminación que hacen que el planeta vaya degenerando de manera más rápida de la que se regenera (de hecho actualmente se estima que al año se consume 1.5 veces los recursos que produce la tierra al año y por tanto los recursos se van agotando). La formas en que se puede conseguir que las actividades económicas tengan en cuenta la sostenibilidad son o bien la concienciación de los líderes de estas actividades de la necesidad de realizar actividades sostenibles para prolongar la

vida del planeta y por tanto la de la raza humana, o bien aplicar una legislación externa, unas penalizaciones, o unas obligaciones por un organismo con más poder (los gobiernos de los distintos países) para que la salida más económica para las empresas sea el realizar su actividad de forma sostenible, y esto último muchas veces se consigue por presión social, con lo que sería necesario una concienciación social sobre el problema en contra de la indiferencia e impotencia que sienten mucho respecto a este tipo de problemas.

III. Moral y ética del problema

Aunque a simple vista no lo parezca la preocupación por la sostenibilidad tiene una gran relación con la moral y la ética de los individuos. En las zonas desarrolladas, aquellas en que la situación está suficientemente bien como para concienciarse de las zonas en vías de desarrollo y tratar de ayudarles se tiene muy poca conciencia de problemas ajenos, o bien simplemente les acaban dando igual. Un pensamiento bastante común en la sociedad es que no tiene sentido preocuparse por el futuro más allá de la muerte de uno mismo y por tanto qué más da si se contamina y se acaba destruyendo la tierra de forma póstuma a la persona, en definitiva suelen ser pensamientos que básicamente resaltan la no necesidad de preocupación por los problemas puesto que no le afecta a uno, es decir, pensamientos de carácter egoísta. A este tipo de actitud según la cual a un individuo le da igual las demás personas de una sociedad a menos que le afecte directamente me gusta llamarlo *irresponsabilidad social*.

El ser humano de forma natural es un animal social que necesita relacionarse con otras personas y que tiene capacidad de empatía (simpatía), en el pleno sentido en que la utilizó David Hume en su filosofía como la capacidad para sentir lo que otros sienten y por tanto preocuparnos por el bien común o social en vez del particular. Sin embargo este sentimiento de simpatía desaparece conforme menos conocemos a alguien y aumenta la concentración de personas desconocidas, y también no se tiene prueba sensorial de la presencia de esa persona sino solo hablada, como se puede comprobar por experiencia propia, y es lo que da lugar a la irresponsabilidad social cuando llega al punto en que no importa molestar a los demás (desconocidos) con la actuación de uno mientras esa actuación sea lo que le apetece. Afortunadamente no todos los individuos llegan a la irresponsabilidad social total.

Es esta irresponsabilidad social unida a aquellos con un sentimiento de impotencia que piensan que las cosas no se pueden cambiar la que hace que la actuación de ayuda y de mejora en países subdesarrollados o la necesidad de imponer sostenibilidad a las empresas cueste bastante llevarla a cabo, ya que para que muchas de ellas se lleven a cabo se necesita una presión social y una concienciación importante. Por tanto en este apartado es muy importante educar la simpatía y mostrar muchas veces la necesidad de actuar para llegar a un futuro mejor y sostenible, el cambio es posible pero requiere de la determinación de un grupo importante de personas para llevarse a cabo.

IV. Actividades industriales y económicas no sostenibles

Desde la revolución industrial se han realizado muchas actividades no sostenibles, algunas de las cuales fueron por desconocimiento de las consecuencias, dentro de las cuales algunas una vez conocidas su consecuencia negativa sobre los recursos naturales tardaron mucho tiempo en ser eliminadas o sustituidas por una alternativa mejor y otras realizadas por puro beneficio económico despreciando de esta forma los recursos naturales y también humanos por mero beneficio monetario. Algunos de los muchos ejemplos son los siguientes:

- Usos de CFCs (clorofluorocarbonados): Los CFCs son sustancias que tienen un gran variedad de uso por sus buenas propiedades, pero sin embargo tienen un grave problema, son volátiles y absorben luz infrarroja, que es la que emite la tierra de esta forma contribuyendo mucho al efecto invernadero, y además cuando se disocian en la atmósfera alta debido a la radiación incipiente espacial, el cloro disociado ataca al ozono formando oxígeno, y el ozono es el principal responsable de absorber la luz ultravioleta que llega a la tierra evitando que llegue a la superficie, lo cual impediría la vida tal y como la conocemos. En el protocolo de Montreal los países europeos, algunos americanos y otros del resto del mundo pactaron el ir dejando de usar los CFCs a lo largo de un periodo fijado, de forma que en 1996 ya estaría prohibido su fabricación y utilización.
- Adición de plomo en la gasolina: Aunque la adición de plomo a la gasolina mejoraba los tiempos de combustión de en los motores de gasolina, se vio que el plomo era una sustancia tóxica para la salud y aunque las automovilísticas negaran estos efectos del

plomo, las evidencias y la presión popular acabaron con la prohibición de mezclar la gasolina con plomo

- Yéndonos más atrás en el tiempo la liberación de los gases resultantes de la combustión de carbón y otros combustibles fósiles expulsaba a la atmósfera óxidos nitrosos y óxidos de azufre que afectaban a la capa de ozono, producían lluvia ácida (formación de ácido sulfúrico y ácido nítrico) y disolución en las gotas de lluvia). De hecho se llegó a producir en Londres un episodio de smog sulfuroso en el que las condiciones atmosféricas hicieron que los óxidos de azufre se quedaran a ras de tierra produciendo problemas de salud a la población. La emisión de este tipo de gases hoy en día está regulada en muchos países
- En España hay casos destacables como la contaminación expulsada al río Ebro en la localidad de Flix (Tarragona) donde en el río se avocó más de 700000 metros cúbicos de productos tóxicos y peligrosos para la salud como metales pesados, caso que fue ocultado durante mucho tiempo.

También existen casos en que las actividades económicas aprovechan las situaciones en países subdesarrollados y zonas pobres, llegando a costear guerras para el abaratamiento de recursos, tanto humanos como materiales:

- La segunda guerra del Congo que ha costado hasta la fecha más de 3.8 millones de vidas y aunque formalmente terminada en 2003, pero sin duda lejos de terminar por los continuos enfrentamientos entre facciones y violaciones de los derechos humanos, es una guerra para el control del Coltán, un material muy preciado en electrónica por sus propiedades, en la que algunos países y empresas se encargan de financiar a los bandos para obtener de forma barata este preciado material.
- Fábricas en países subdesarrollados donde se produce la explotación y la violación de los derechos humanos de una gran cantidad de personas en países como China, Tángr, Filipinas...

Estos no son los únicos ejemplos y si bien se puede observar que se ha avanzado mucho, por ejemplo con acuerdos de carácter internacional como el protocolo de Kioto para reducir la contaminación y proteger la atmósfera, aún estamos muy lejos de llegar al punto deseado. Lo ideal sería evitar que las empresas puedan aprovechar externalidades negativas, apoyar la industrialización y desarrollo en países

Artículo sobre el objetivo del milenio de la ONU: Industria, innovación e infraestructura

subdesarrollados llevando allí las comodidades que tenemos aquí y luchando por alcanzar una mayor igualdad a nivel internacional.

V. Nuestro deber como ingenieros

Pienso que el hecho de ejercer la ocupación de ingeniero no es solo resolver problemas que se planteen, sino que conlleva una responsabilidad social, un compromiso para intentar mejorar la sociedad y el mundo en que vivimos, y ello en este caso relacionado con el tema de la sostenibilidad implica empezar a vivir en la cultura del reciclaje, en que todo aquello que diseñemos ha de ser fácilmente reciclable para evitar dañar la atmósfera y los ecosistemas, que los procesos industriales que se diseñen han de tener sistemas que reduzcan los contaminantes de las emisiones y los efluentes del proceso, que las materias primas se han de comprar de empresas que aboguen por la sostenibilidad y no promover los conflictos en zonas subdesarrolladas.

También en el ámbito de investigación y la innovación se ha de innovar teniendo en cuenta la sostenibilidad o que la favorezcan e intentar en lo que esté en nuestra mano intentar promover la construcción de infraestructuras y el desarrollo sostenible en los países subdesarrollados. Es en este plano donde lo aprendido en la carrera de ingeniería física puede tomar relevancia. Debido a que ingeniería física básicamente es una carrera orientada a la investigación, los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera podrán ser utilizados para investigar sobre una gran diversidad de temas y entre ellos seguro que hay alguno que esté relacionado con la sostenibilidad, y que permita crear una sociedad en armonía con su entorno natural que pueda mantenerse indefinidamente en el tiempo con los recursos que tiene.

Desde el punto de vista de la otra carrera que estudio, ingeniería industrial, está clara la relación con la industria, ya que los ingenieros industriales son una base importante para el desarrollo de la industria y por tanto seremos los que decidiremos que proyectos llevar a cabo y cuáles no en función de diferentes características una de las cuales será la sostenibilidad del proyecto, aparte de tratar de llevar la industrialización a zonas subdesarrolladas, aunque para un ingeniero sin un gran poder económico conseguir esto es mucho más difícil.

Yo creo en la ingeniería unida con la moral y ética de carácter social, por encima de las fronteras de los países está la raza humana y hay que luchar por un estado de bienestar en el que toda la humanidad tenga acceso a comodidades y oportunidades en la vida, sin importar dónde se haya nacido, ni la raza, ni el género, ni la condición.

VI. Conclusión

De todo lo expuesto anteriormente, queda claro que la sostenibilidad y el desarrollo de zonas subdesarrolladas es un problema que nos concierne a todos y que es realmente importante de cara al futuro, por ello es realmente importante desarrollar un pensamiento crítico y una conciencia sobre la realidad en la que vivimos. Los ingenieros somos clave en este proceso y por ello es nuestro deber tanto como ingenieros como humanos ayudar a cumplir este objetivo.

VII. Bibliografía

<http://science.sciencemag.org/content/162/3859/1243.full>

https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Monreal

<http://www.ecologistasenaccion.org/article18233.html>

https://www.ecured.cu/Guerra_del_Colt%C3%A1n

<https://rivendel.wordpress.com/2006/12/20/empresas-y-marcas-explotadoras-en-la-industria-textil/>

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infraestructure/>

Educació als països subdesenvolupats

Laura Roset Julià, *Competència de sostenibilitat i compromís social*, Enginyeria Física UPC.

I. INTRODUCCIÓ

Aquest article està escrit amb la finalitat de transmetre un fet que probablement no està en ment d'una gran part de persones de la majoria de països occidentals, i que té gran impacte en els països subdesenvolupats.

També per motivar a futurs enginyers i enginyeres, o directament als que estan exercint la professió actualment, a implicar-se en projectes de cooperació sense haver d'allunyar-se massa del camp al que es dediquen. Així veurem que, els professionals d'àmbits que no són socials o sanitaris també poden influir molt en millorar els grans problemes mundials com la desigualtat, la pobresa i la falta de recursos.

Parlarem de l'educació en l'actualitat, dels motius pels quals aquesta no arriba a tots els nens del planeta i de possibles solucions per aquesta adversitat.

Es veurà que una forma de millorar l'educació és aplicar les TIC a les escoles dels països en vies de desenvolupament i que, per això, els enginyers podem aportar els nostres coneixements i experiència i fer prosperar la situació d'avui en dia.

II. ACTUALITAT

A. Educació als països subdesenvolupats

Existeix una gran quantitat de països on els seus habitants no reben una educació digne. Aquests països solen coincidir amb els països en vies de desenvolupament. El motiu principal és la falta de recursos econòmics, i aquest sol implicar la falta de coneixements per desenvolupar un sistema educatiu de qualitat, la falta d'infraestructures, la falta d'experts en

ensenyar les diferents matèries, i altres. La presència de conflictes bèl·lics també dificulta que els nois i noies puguin rebre l'educació que els pertoca.

Sí que és cert que la majoria d'aquests països tenen escoles, però gran part dels nens no poden anar-hi o la acaben deixant per poder treballar i aportar un sou a la família (la Organització Internacional del Treball (ILO) estima que 215 milions de nens entre els 5 i els 17 anys han de treballar, per tant no els queda temps per anar a l'escola). El Ministeri Federal de Cooperació Econòmica i Desenvolupament¹ explica que al 2010, 69 milions de nois i noies d'entre 10 i 16 anys no han rebut l'educació secundària, i que aproximadament uns 774 milions de joves i adults no saben llegir o escriure.

Amb aquestes dades veiem que no són tots els que no han estat escolaritzats, sinó que hi ha un percentatge que sí que rep l'educació completa obligatòria. Tot i això, els que sí que finalitzen l'escolarització tampoc han rebut una ensenyança ni de llarg comparable en qualitat i en facilitats amb la que hem rebut nosaltres. El motiu torna a ser principalment l'economia. Els països desenvolupats tenen molts més recursos i, a part, inverteixen molts més diners en educació: Segons el *Global Monitoring Report*, als Estats Units i a l'Europa Occidental, el 6.2% de l'Ingrés Nacional Brut (GNI) es dedica a educació (en alguns estats aquesta inversió excedeix fins i tot el 8% del GNI). Mentrestant als països subdesenvolupats aquesta xifra rarament supera el 3% (2011).

Aquest problema sembla difícil d'eliminar, ja que si els nens i nenes d'un cert país no reben una educació de qualitat, no tindran en un futur la capacitat de crear solucions i millores.

¹ El *Federal Ministry for Economic Cooperation and Development* és un departament ministerial de la República Federal d'Alemanya que treballa per fomentar el desenvolupament econòmic en varis països a través de la cooperació i les aliances internacionals. Coopera amb organitzacions com el Fons Monetari Internacional o la ONU.

B. El paper de les TIC

Les Tecnologies de la Informació i la Comunicació són una eina molt present i molt útil a la nostra societat des de ja fa uns anys. Ens faciliten molt el nostre dia a dia, i s'han integrat en quasi tots els àmbits. Un d'ells és l'educació. Gràcies a les TIC, podem accedir a una quantitat immensa d'informació de molts àmbits diferents, fent créixer les nostres capacitats i coneixement.

Pràcticament totes les escoles les han aplicat en els seus mètodes i han proporcionat facilitats als seus alumnes per a què en traguessin beneficis. D'aquesta manera la possibilitat d'adquirir coneixements diversos ha augmentat molt, igual com el fet de poder ser autodidacte en l'àmbit que un vulgui.

Poden crear molta motivació per aprendre, doncs contenen molts exercicis interactius, vídeos i altres que són molt atractius pels nens i nenes. Alhora també poden proporcionar informació de gran complexitat i serietat, per qui vulgui o necessiti profunditzar en algun àmbit més professional.

Per tant, podríem dir que les TIC estant causant un augment de la cultura general dels habitants.

C. Impediments

Malauradament, les TIC són una eina que de moment arriba principalment només als països desenvolupats. Generalment, poder gaudir de les noves tecnologies sol requerir unes instal·lacions complexes i cares que molts països no es poden permetre. Per això, els països subdesenvolupats no poden beneficiar-se d'aquesta innovació, cosa que provoca que encara els sigui més difícil accedir a l'educació. A continuació s'explicaran els motius principals i d'interès en aquest article, que impedeixen introduir les TIC en un país subdesenvolupat. Cal remarcar que aquests no són els únics.

La falta de recursos en les infraestructures necessàries per implementar les TIC és un impediment clau. En moltes poblacions no els arriba electricitat, i a grans ciutats arriba només durant una determinada franja horària. Normalment sol ser directament perquè no disposen de la instal·lació, o perquè no poden pagar als

subministres elèctrics. Així doncs, els és impossible utilitzar un ordinador o utilitzar internet.

A més, les infraestructures de les TIC, com els ordinadors, impressores, reproductors de vídeo, projectors, són dispositius cars que ni els governs ni les escoles es poden permetre.

Però no només calen les infraestructures i els recursos econòmics, també és fonamental disposar del coneixement necessari per aplicar-les. Moltes escoles d'algunes ciutats, tenen les facilitats per aplicar les TIC, però no poden integrar-les a l'educació perquè no tenen un bon pla. No disposen tampoc del suport i la formació necessària per utilitzar-les.

III. SOLUCIONS

Solucionar el problema de l'educació pot ser de gran rellevància per a acabar aconseguint la igualtat de condicions en tot el món, ja que una societat necessita tenir coneixements i elaborar idees per a poder progressar i créixer. Per aquest motiu, és de gran importància prendre consciència i entendre la situació, per tal de poder pensar possibles solucions i ajudes. Si aconseguim donar un cop de mà a aquests països proporcionant-los eines que els ajudin a donar una educació de qualitat a tots els nois i noies, haurem fet el primer pas per a que acabin convertint-se en països constituïts de persones amb la formació necessària per organitzar-se i explotar-ne els recursos que tinguin, és a dir, a ser sostenibles per sí sols.

Hem vist la quantitat de facilitats que ens aporten les TIC a l'educació. ¿No semblen doncs una molt bona opció per millorar la qualitat de l'educació en els països subdesenvolupats? La resposta per a molts és que sí, tot i que tampoc s'han d'oblidar la resta d'aspectes que hi influeixen. S'ha de tenir en compte però, que si tota la població rep una educació de qualitat, la resta de dificultats i impediments poden anar desapareixent més fàcilment.

A. El paper dels enginyers

A continuació veurem què es pot fer per a millorar aquesta situació. Veurem que com a enginyers, podem

aportar idees i coneixement que poden contribuir a acabar eliminant el problema de l'educació.

1) *Conscienciar*

Entendre que realment les TIC són una molt bona opció a integrar en el sistema educatiu és el primer que necessiten fer els professors i els governs dels països subdesenvolupats. La nostra carrera es basa, en gran part, en les tecnologies. Les dominem i les utilitzem constantment. Han estat un medi fonamental per la nostra formació, i ens han facilitat molt el nostre camí. Per això, no ens suposa cap esforç transmetre la nostra satisfacció envers aquestes, i conscienciar a totes les persones que encara no les coneixen que és la millor opció per al creixement de l'educació de la societat.

2) *Proporcionar infraestructures*

Com ja hem vist més abans, aplicar les TIC suposa un cost econòmic que molts països no es poden permetre. Per tant, com a mínim per començar, seria necessari que se'ls proporcionessin els medis necessaris. Això en alguns casos no està en mans dels enginyers, però ja és sabut que normalment per realitzar qualsevol tipus de projecte, és necessari treballar amb professionals de diferents àmbits. És a dir que, probablement, un grup format només per enginyers no podrà solucionar tot el problema. Un cop dit això, ens centrarem en el paper que poden aportar els enginyers exercint en acord a la carrera que han estudiat.

Els enginyers són necessaris per dissenyar i instal·lar tot el conjunt d'infraestructures necessàries per implementar les TIC. Són els que, un cop es tinguin els dispositius, han de dissenyar softwares i programes que cobreixin les necessitats en cada cas, i que puguin ser entesos i utilitzats per persones amb menys formació que ells.

També han d'estar a disposició dels usuaris durant el funcionament dels dispositius, ja que són els que saben com funcionen i els que seran capaços de solucionar els problemes que puguin sorgir degut a averies o al mal ús.

3) *Transmetre coneixement*

Un cop es disposa de noves tecnologies, els enginyers podem ensenyar alguns dels nostres coneixements a professors i directores d'escoles per a què aquests puguin llavors explicar-ho a alumnes.

També, gràcies a les nostres competències i capacitats d'ordre, esquematitzar i sintetitzar de forma clara i senzilla, podem ajudar a trobar la millor manera d'integrar les TIC a l'educació. Les companyies de software podrien treballar conjuntament amb els equips de professors i directores de les escoles per tal de mostrar-los com explotar de la millor manera les noves tecnologies i fent-los veure l'ampli ventall d'aplicacions que poden tenir, i intentar així trobar la millor opció per desenvolupar un sistema educatiu més efectiu. Aquestes serien per exemple tant la transmissió d'informació i la comunicació, com la organització dels centres i el registre de dades.

IV. CONCLUSIÓ

Per tant, ja hem vist que és de gran importància aplicar alguna millora en l'educació dels països subdesenvolupats.

També hem vist que una possible millora pot ser introduir-hi les TIC, doncs comporten un canvi abismal en la qualitat del sistema educatiu: permeten accedir a una gran quantitat d'informació en tot moment i permeten enregistrar i organitzar el nombre de dades que sigui necessari.

Com a enginyers, tenim un gran potencial a oferir per tal d'acabar solucionant el problema de la falta d'educació dels països subdesenvolupats. Podem aportar tant en l'aplicació directe dels mitjans tecnològics com en la forma d'usar-los. I ja que tenim les capacitats necessàries, seria una molt bona obra dedicar una part del nostre temps a un projecte que pugui acabar millorant les condicions de vida de tantes persones.

V. REFERÈNCIES

- [1] S. H. Khan, M. Hasant, C. K. Clement, "Barriers to the introduction of ICT into education in developing countries: The example of Bangladesh," International Journal of Instruction, July 2012, Vol.5, No. 2.

- [2] A. S. Sife, E. T. Lwoga, C. Sanga, "New technologies for teaching and learning: Challenges for higher learning institutions in developing countries," Sokoine University of Agriculture, Tanzania, International Journal of Education and Development using ITC, Vol.3, No. 2, 2007.
- [3] T. Saheb, "ITC, Education and Digital Divide in Developing Countries," General Applied and Scientific University, Tehran.
- [4] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization UNESCO, "ICT in Education", <http://en.unesco.org/themes/ict-education>
- [5] Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, "The situation in developing countries," <http://www.bmz.de/en/issues/Education/hintergrund/bildungssituation/>

Eradicating Poverty: An Engineering Imperative

J. J. Ruiz (Engineering Physics Student, TelecomBCN)

TelecomBCN, Polytechnic University of Catalonia, Barcelona 08034, Spain

ABSTRACT There is no doubt that poverty is present even in the most developed countries and, in addition, is very easy to think that we do not have power enough (in an economic, social or political meaning) to change things that requires many persons collaboration. Nevertheless, the first step is to know what can we do, depending on our condition, to take part in a global goal which is the poverty eradication. In this article we are going to focus on the relation between poverty, technology and the condition of an engineer.

INDEX TERMS: civil network, coefficient of human inequality, ecological integrity, economic equality, electromagnetic resonance, genetic engineering, global goals for sustainable development, Human Development Index (HDI), HPI (Human Poverty Index), illiteracy rate, MPI (Multidimensional Poverty Index), OPHI (Oxford Poverty and Human Development Initiative), UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), UNDP (United Nations Development Programme).

I. INTRODUCTION

If we search the meaning of the word *poverty* in dictionaries, we find that they define it as “lack of the means for existence”; however, this definition is poor itself, due to the fact that a person can exist, but does not have the liberty or capacities to live in a personal satisfactory way, then we need a more complete definition.

In the next sections it is explained another definition and what aspects are taken into account by important organizations in order to estimate the poverty index of a country and the importance of technology in this estimation.

II. THE “MODERN” CONCEPT OF POVERTY

Before we have mentioned a *global goal*, unfortunately, the *poverty eradication* is not the only one; there are others as for example the *social and economic equality*, *respect for the biodiversity*, *global warming* or *peace*.

But that is not all: some of these objectives, which are currently trying to be fulfilled, were born thousands of years before. Because of this, if we review history, we can find that there are many philosophers, politicians, organizations or associations that have worked hard to cure these problems.

A quite recent association that has made an important contribution is the Earth Charter Commission, composed by personalities from twenty-three different countries. The Earth

Charter [1], approved by the Commission at the UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) headquarters in Paris in March 2000, is an international declaration of fundamental values and principles to build a sustainable and peaceful society in the twenty-first century. It defends human rights, human development, environmental protection and peace.

The charter is structured in four main principles:

- I. Respect and Care for the Community of Life.
- II. Ecological Integrity.
- III. Social and Economic Justice.
- IV. Democracy, Nonviolence and Peace.

They are composed by sixteen supporting principles and in the third main principle we can find the ninth of them: *Eradicate poverty as an ethical, social and environmental imperative*.

This motivational declaration has won an incredible acceptance around the world, developing a civil network known as the Earth Charter Initiative, composed by thousands of organizations and millions of volunteers.



“We stand at a critical moment in Earth's history, a time when humanity must choose its future.

Fig. 1. Logo of the Earth Charter and first sentence of its Preamble.

We have just mentioned a recent organization; however, a very well-known philosopher of the Antique Greece, Aristotle, introduced a new definition of poverty that, actually, it has been taken as the basis of the modern definition of it.

The person who introduced the new concept of poverty was Amartya Sen, who was awarded the Nobel Memorial Prize in Economic Sciences in 1998. He understands poverty as the impossibility of vital realization of an individual because the lack of capacities, possibilities or rights to do that. In other words, what defines a poor individual is not the fact that he does not have means of existence, but does not have the means to live in such a way that he feels comfortable.

This is very similar to Aristotle theory, which defends that each thing has an objective, which determines its development. A poor person is that who cannot develop all his potential and goes against its own nature.

Why are we explaining this? Because thinking in this new conception of poverty is how the poverty index is estimated.

III. ESTIMATION OF POVERTY INDEX

Using this new approach, the UNDP (United Nations Development Programme) has established a set of conditions or indicators –life expectancy, educational attainment and per capita income- which are the basis of the HDI (Human Development Index), computed since 1990.

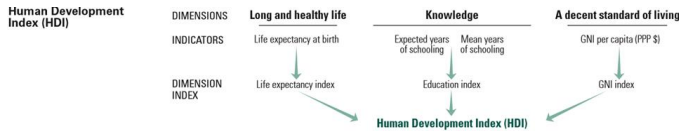


Fig. 2. Scheme of the HDI estimation, where is it explained which dimensions and indicators are considered.

A complement index is the HPI (Human Poverty Index), which it was first reported in 1997. It is computed by the UNDP as well and, as they confirm, instead of using income to measure poverty, the HPI measures consequences in which deprivations are manifested: a short expectancy of life, lack of basic education and lack to access to public and private sources. Here is very notable the concept that introduced Amartya Sen.

Now it is explained how to compute the HPI, depending on the development of the country:

- For developing countries (HPI-1):

$$HPI - 1 = \left[\frac{1}{3} (P_1^3 + P_2^3 + P_3^3) \right]^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

Where:

P_1 : Probability at birth of not surviving to age 40.

P_2 : Adult illiteracy rate.

P_3 : Average of population without sustainable access to an improved water source and children under the correct weight for its age.

- For developed countries (HPI-2):

$$HPI - 2 = \left[\frac{1}{4} (P_1^3 + P_2^3 + P_3^3 + P_4^3) \right]^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

Where:

P_1 : Probability at birth of not surviving to age 60.

P_2 : Adult lacking functional literacy skills rate.

P_3 : Population below income poverty line (50% of median adjusted household disposable income).

P_4 : Rate of long-term unemployment (12 months without working or more).

However, these explained ways of estimating de poverty index were inaccurate. The OPHI (Oxford Poverty & Human Development Initiative) and the UNDP developed what is called the MPI (Multidimensional Poverty Index) in 2010. This index includes more indicators than the HPI. If someone is deprived in three or more equally weighted indicators, the global index identifies them as ‘MPI poor’.

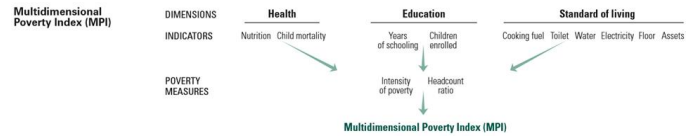


Fig. 3. Scheme of the MPI estimation, where is it explained which dimensions and indicators are considered.

The indicator of assets focusses on: not having at least one asset related to access to information (radio, television or telephone) or having at least one asset related to mobility (bike, motorbike, car, truck, animal cart or motorboat) or at least one related to livelihood (refrigerator, arable land or livestock).

Finally, is in the standard of living dimension where we can see the importance that the OPHI and UNDP have attributed to technology. There are six indicators of a total of ten which mainly depend on it!

Now we are concerned about how important is technology in order to consider if a person is poor in an estimation formula that is trying to be globalized, which is the MPI.

Is very interesting and highly recommended visiting the web page of Human Development Reports belonging to the UNDP [5]. We can consult the HDI, the MPI and other index and coefficients - as for example the coefficient of human inequality - of each country and their evolution in time.



Fig. 4. Illustrative color map of the HDI in 2015. The more intense is the color blue, the higher is the HDI.

IV. IS TECHNOLOGY FOR EVERYONE?

The answer is undeniable: no. A bad distribution of public funds and an unfair intellectual policy make it difficult that technological benefits arrive to developing countries. Many technological opportunities for poor populations have been failed because of the lack of public funds and demand of the

markets. In fact, this is illogical, because you cannot ask for something that you are avoiding them to have, which is a stable economy.

V. HOW CAN TECHNOLOGY HELP?

From my point of view, one thing should be clear: first the needs, and later the vagaries. What do I mean with this? I consider that the most developed countries have more than they need and, if we want to help a developing country, it should be starting from the principal indicators that we mentioned before.

The first dimension is health. There are a set of important diseases (AIDS, Malaria, Cholera, Dengue Fever...) that causes hundreds of deaths each day in developing countries. However, the money invested in investigation is insufficient, and the same for the time they appear in the news to raise awareness. Another important disease is the Ebola, which is currently causing deaths in Africa but it doesn't appear in Spanish TV, however, when a case of this disease was in Spain, the word Ebola appeared each day on it. Another question is: how much money is invested in aesthetic medicine?

Technological research should focus on problems and global concerns rather than on the specific demands of the developed world. Actually, Jean Jacques Muyembe, the cofounder of Ebola, has announced that future epidemics will come from Africa [6]; maybe this makes awake the interest in this forgotten continent.

In this dimension, technology is important to improve the hygiene and sanity. For example, a small sewage treatment plant and a hydraulic system to distribute the clean water would be very important in order to avoid infections coming from infected water. With a hydraulic distribution and a waste system would be possible to improve the hygiene.

As for nutrition, biotechnology can take an important task. For instance, genetic engineering is able to create more resistant seeds in order to improve crops.

An essential factor is being communicated in order to avoid economic and social barriers and the geographic insulation, so telecommunications are important in this aspect. Also having some means of transport would be important to distribute vacuums and the medicines needed.

The second dimension is education. Here telecommunications can be essential as well. It is not necessary expensive computers, iPhones and huge TVs as most developed countries have. Actually, an initiative would be that, instead of throwing to the rush all mobile phones and computers that we do not use, keeping and sending them to the developing cities where a telecommunication network has been established. We could develop applications specialized in teaching basic subjects as mathematics, languages and healthy manners, in order to improve education.

Another aspect is that, instead of doing complex appliances that have a short life, doing simpler and cheaper ones that can live longer.

In this way it would not be necessary to buy one every two years.

In fact, improving the education is an improvement of the health itself, because people will be able to know how to avoid diseases and how to detect them. Furthermore, with a better understanding of technologies they can evolve and trying to improve their surroundings by themselves.

Another essential factor is the sources of energy. Electricity could be obtained from solar generators and for the transport means low-cost fuel; maybe in this way is possible to decentralize the energy supplies and do not be ignored by high companies. Cooking with a good electricity installation is perfectly possible, instead of cooking with gas which is difficult to transport and more dangerous.

For the toilet it is needed a system where the residuals can go through and for the floor a study of which material is the appropriate, depending on the surroundings. This will also improve the hygiene and sanity.

Although this is very easy to say, for each factor there is a research or project that must be done by specialists and subsidized or promoted by businesses and companies, something which is not so easy.

HOW CAN I TRY TO HELP ONCE I FINISH MY DEGREE

Unfortunately, I am not an expert (for the moment, I hope) and I do not have much idea how these projects would be design and done. However, thinking in all subjects that I will have studied at the end of my degree, I think that I will be able to contribute in the part of telecommunications, energy sources and characterization of materials.

In the section of telecommunications I think that it would be interesting to design mobile phones and computers specialized for zones where the quality of the signal is very poor and the energy sources are limited. For example, batteries of long duration which can be recharged by solar energy; good emitters, transmitters and receptors of the signal; design electronic devices whose structure can be removed easily in order to reuse its components...

I took part in a research work on the first course about electromagnetic resonance¹ which I consider an interesting way of transporting electric energy and I am sure that it will have several applications in the future. With this method is not necessary so quantity of conductor material and the electric installation would be easier to design.

Related with energy sources, I consider that we can improve the way of generating and transporting energy without contaminating as we are currently doing.

In the field of characterization of materials, we could study new ways of cooling for refrigerators (an indicator) which are more efficient, for example.

I hope when I finish my degree I have more ideas!

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=2UjQtN4FBCI>

VI. MY CONDITION AS ENGINEER: CONCLUSIONS.

We have introduced the modern concept of poverty, which is taken as the basis in order to estimate the poverty index and help us to decide what indicators must be considered to compute it.

Six indicators belong to technology (standard of living dimension), although we have already argued that it can take part also in the dimension of health and education.

I have tried to explain my ideas of what projects I would be able to develop once I finish my degree, although this is my weak point because I have done the theoretical part and put it into practice is another world.

However, the most important idea is that *we are concerned that there are people who need our help*. As it was mentioned in the introduction, is easy to think that we do not have power enough to change things, but maybe, in the future, we will have the sufficient influence and responsibility to do it, and *we must be prepared*.

In this article we have focused on poverty eradication; nevertheless, this is just the first of the *seventeen global goals for sustainable development* [7], which are all related between them. For example, be cannot develop a battery of long duration if it dangers the environment. All of these goals must be considered when we do a project, so things are more complicated as they seem, but not impossible!

Usually, when we think about an engineering degree, we directly think about subjects as physics, mathematics or programming. Actually, there are people who mainly study these degrees because they like these subjects; but, maybe, they do not like taking part in economical, ethical or politic discussions as we are doing in this article. This has to be respectable; as Aristotle said, you should not ask someone to do something that goes against its nature.

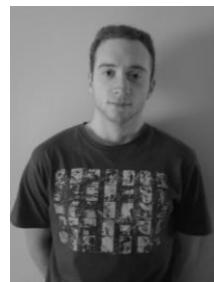
However, I think that this person should be aware that *this kind of discussions is necessary to improve the human development*, and that there are people who really like this task.

Therefore, cooperation is essential!

“Let ours be a time remembered for the awakening of a new reverence for life, the firm resolve to achieve sustainability, the quickening of the struggle for justice and peace, and the joyful celebration of life.”

REFERENCES

- [1] Earth Charter (digital version). Earth Charter Initiative. [Online]. Available: http://earthcharter.org/invent/images/uploads/echarter_english.pdf
- [2] Duncan Green. (2016, June). The 2016 Multidimensional Poverty Index was launched yesterday. What does it say? *From poverty to power*. [Online]. Available: <https://oxfamblogs.org/fp2p/the-2016-multidimensional-poverty-index-was-launched-yesterday-what-does-it-say/>
- [3] Global MPI Interactive Databank. OPHI. Last update December 2016. [Online]. Available: <http://www.dataforall.org/dashboard/ophi/index.php/>
- [4] Human Development Report. (2016, March). Technical notes. [Online]. Available: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2016_technical_notes.pdf
- [5] Human Development Report. Human Development Data (1990-2015). [Online]. Available: <http://hdr.undp.org/en/data>
- [6] José Naranjo. (2017, March). De África vendrán las epidemias del futuro. (English: Future epidemics will come from Africa). *El País*. [Online]. Available: http://elpais.com/elpais/2017/03/16/planeta_futuro/1489662070_134567.html
- [7] Global Goals For Sustainable Development official web page: <http://www.globalgoals.org/>



José Javier Ruiz González (Sant Boi de Llobregat, Barcelona, February 1997) is currently studying the second course of engineering physics at the TelecomBCN of the Polytechnic University of Catalonia in Barcelona, Spain.

He has done research works about: electromagnetic resonance, celestial dynamics around Lagrange Points, white dwarfs, phonons, and biophysics and statistical physics simulations; all the programing part has been done with Matlab.

Currently is planning to do some simulations of reactions produced during the Big Bang or simulations of stellar explosions in summer. However, he is not sure about in which field he is going to be specialized.

Fig. 5. The last sentence of the Earth Charter.

Objectiu 13: Acció pel clima

Nicolás Sibuet Ruiz

I. INTRODUCCIÓ

EN aquest article tractarem un dels problemes globals més rellevants a l'actualitat, el canvi climàtic. A més ho farem des del punt de vista de l'enginyer físic, amb ganes de far allò que sigui a les seves mans per a solucionar la qüestió.

II. PRESENTANT EL PROBLEMA

El canvi climàtic és un fenomen a llarg termini que altera els patrons meteorològics globals. Hi ha moltes causes per aquest fenomen i, en gran part, causes naturals, però també és significativament reforçat per l'activitat humana. És en aquest sector on centrarem el nostre treball.

A. Causes

Els anomenats gasos d'efecte hivernacle, produïts en gran mesura per l'activitat humana, tenen el rol principal en el desenvolupament del canvi climàtic.

Aquests gasos, acumulats a l'atmosfera, atrapen la calor radiada per la Terra i l'atrapen, produint un continu augment global de la temperatura.

Els gasos hivernacle són, principalment, el diòxid de carboni (CO₂), el metà, l'òxid nitrós i gasos fluorats.

El diòxid de carboni és el responsable del 63% de l'escalfament global causat per l'home, havent augmentat un 40% la seva concentració des de l'inici de la industrialització.

Els altres gasos esmentats estan presents en menor quantitat però, com a contrapartida, són molt més potents. El metà és responsable del 19% de l'escalfament global d'origen humà, i l'òxid nitrós, del 6%.

L'augment de CO₂ a l'atmosfera és causat principalment per l'ús de combustibles fòssils com el carbó i el petroli i, en menor mesura per la desforestació, la indústria i altres activitats humanes.

B. Conseqüències

Els efectes més evidents del canvi climàtic són el desglaçament de glaceres i dels casquets polars (i el conseqüent augment del nivell d'aigua al mar), el trencament prematur de gel a rius i llacs, sequeres i onades de calor més intenses, canvis en l'àrea biogeogràfica de plantes i animals, i la florida cada cop més avançada dels arbres.

Segons l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)¹, molts dels efectes esmentats ja s'havien predit al

passat, abans que esdevinguessin un problema. De fet, tota evidència actual del canvi climàtic dona a entendre que els danys generats seguiran augmentant amb el temps.

L'IPCC també ha determinat que la temperatura global terrestre creixerà entre 1,4 i 5,6 graus Celsius durant aquest segle.

A més dels efectes a la natura, el canvi climàtic presenta un problema per a la societat en molts altres àmbits. Aquest genera danys a les propietats, les infraestructures i la salut de les persones, que suposen despeses molt elevades a l'economia.

Segons la Comissió Europea, entre 1980 i 2011 les inundacions van afectar a més de 5,5 milions de persones i causaren pèrdues de més de 90.000 milions d'euros.

III. BUSCANT SOLUCIONS

Ara que tenim una idea del problema que hem d'afrontar, és hora de pensar en com afrontar-lo.

Primer farem una ullada al pla proposat per la Comissió Europea amb aquest propòsit i, acte seguit, intentarem buscar solucions des del punt de vista d'un enginyer físic.

A. Acció de la Unió Europea

La Comissió Europea ha definit diferents objectius a complir dins de diferents marges de temps.

Els més immediats serien per a complir abans del 2020:

- Disminuir les emissions de gasos hivernacle en un 20% respecte els nivells de 1990 abans de 2020, en un 40% pel 2030, i en un 80% pel 2050.
- Garantir que més d'un 20% de l'energia a la Unió Europea (UE) prové de fonts renovables abans del 2010, i més d'un 27% pel 2030.
- Millorar en un 20% l'eficiència energètica abans del 2020, i en un 27% pel 2030.

El recurs més potent que té l'UE per a la disminució de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle és l'anomenat "EU Emissions Trading System" (EU ETS), un sistema pel qual les companyies a les qual engloba poden adquirir drets d'emissió d'aquests gasos. La clau està en que el nivell total d'emissions és limitat, i dins d'aquest límit les empreses es poden repartir els drets entre elles segons la seva conveniència. Les companyies controlades són principalment del sector energètic, industrial i de l'aviació. Així l'EU ETS cobreix al voltant d'un 45% de les emissions de gasos d'efecte hivernacle de la UE.

A part d'això, cada país es compromet a reduir les emissions en els sectors d'habitatge, agricultura, tractament de residus i

¹ L'IPCC és un cos científic i intergovernamental sota l'auspici de les Nacions Unides, encarregat de proporcionar una visió objectiva i científica del canvi climàtic i els seus impactes polítics i econòmics al món.

transports (tot això representa un 55% del total d'emissions). La reducció exigida a cada país depèn de la riquesa d'aquest.

Per al darrer dels tres objectius presentats, la Comissió Europea du a terme dos plans de finançament de projectes per a la implementació d'energies renovables i la captura i emmagatzematge de diòxid de carboni (plans anomenats NER300 i Horizon 2020).

També s'implementen polítiques per la millora de l'eficiència energètica a cada país, que impliquen entre d'altres coses:

- Reducció en un 1,5% de les ventes energètiques nacionals.
- Renovació del 3% dels edificis propietat del govern cada any per a la seva millora energètica.
- Ús de certificats d'eficiència obligatori en la venda i lloguer d'edificis.
- Estàndards de mínima eficiència, i certificació d'aquesta per a determinats productes.
- Distribució de 200 milions de comptadors intel·ligents d'electricitat, i de 45 milions de gas.
- Auditories a les grans companyies cada quatre anys com a mínim.
- Protegir els drets dels consumidors a rebre accés a dades històriques i en temps real de la consumició d'energia.

És d'aquesta forma que la UE pretén ajudar a assolir l'objectiu de la United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): fer que l'escalfament global no superi els 2 graus Celsius.

B. L'enginyer Físic

Si bé és cert que un enginyer físic no és la persona adient per a encarregar-se de tasques burocràtiques, d'organització a gran escala per a imposar mesures contra el canvi climàtic, ningú dubtarà que sí és la persona adequada per a dur a terme tasques essencials com la investigació científica i innovació tecnològica en qualsevol camp que pugui ser útil per a combatre el problema. També és capaç d'ocupar-se de treballs de mesura i diagnòstic per a proporcionar dades precises de la situació i l'evolució del canvi climàtic, i anticipar les seves conseqüències.

Parlant ja des de la meua experiència personal, estant a quart quadrimestre de la carrera, encara no em veig capacitat per a dur a terme tasques rellevants d'investigació, però si que crec que he adquirit ja gran part del coneixement bàsic per a començar a profunditzar en àmbits de la ciència que sí que m'ho permetrien. Crec que no m'equivoco quan dic que en els dos anys restants de carrera que queda aquesta situació canviarà per complet.

L'enginyeria física és una carrera que ha de permetre a l'estudiant tenir coneixements amplis en els àmbits d'òptica, ciència de materials, mecànica aplicada, biofísica, teoria del control, electrònica, nanotecnologia, etc. Només aquestes poques disciplines ja donen a la imaginació gran quantitat de recursos que es podrien aplicar (per exemple, l'ús de l'òptica i

la física d'estat sòlid per a la millora de sistemes d'energia solar, la nanotecnologia per a dissenyar sistemes de recollida o neutralització de gasos d'efecte hivernacle, o teoria del control per a crear reduir el màxim possible les emissions de centrals energètiques i indústries).

Per a donar una idea més realista de les solucions que un enginyer podria aportar, veurem en l'apartat a continuació alguns projectes que ja es duen a terme.

IV. TECNOLOGIES CONTRA EL CANVI CLIMÀTIC

Primer veurem en què consisteix exactament la captura i emmagatzematge de diòxid de carboni, i alguns dels mètodes usables. Després farem una ullada a uns projectes d'innovació en energia solar portats per la MIT, com a exemple pràctic del que poden aconseguir els enginyers per tal de promocionar les energies renovables i reduir així part de les emissions contaminants.

A. Captura i emmagatzematge de CO₂

La font més important de CO₂ són les plantes energètiques que usen combustibles fòssils, que emeten més d'un terç del total d'emissions al món.

Secundàriament, molts processos industrials generen CO₂ com a producte, i en molts casos els costos de captura d'aquest gas és relativament baix.

Un mètode de captura és la separació de gas per conducte: un gas es fa passar per un conducte i el CO₂ que conté és absorbit per un dissolvent líquid. Més tard s'extrau el CO₂ del dissolvent mitjançant un corrent de vapor d'aigua que, fet condensar, resulta en un corrent de gas format al 99% per CO₂. Aquest CO₂ resulta útil comercialment per a diferents processos industrials o per a la producció de refrescs, així que els costos de d'implementació del procés no presenten un gran problema.

Per a fer més eficient el procés de captura, és útil dur a terme la combustió del combustible fòssil en oxigen pur o enriquit. D'aquesta forma, en comptes d'obtenir un gas amb només un 3-15% de CO₂, passem a obtenir un gas format majoritàriament d'aigua i CO₂. Amb aquest gas no caldria, de fet, realitzar el procés d'absorció, simplement hauríem de condensar el vapor d'aigua.

També es pot utilitzar el que se li diu captura precombustió: en comptes de cremar el carbó per a generar energia, aquest es gasifica, produint CO i H₂. El CO reacciona amb aigua per a generar CO₂ i H₂. En aquest punt, el CO₂ es pot capturar de forma molt eficient, i l'hidrogen és el que genera electricitat mitjançant turbines.

En quant a l'emmagatzematge de tot aquest CO₂, principalment s'utilitzen recursos geològics com bosses de gas i petroli ja exhaurides, sistemes de mines abandonades, o formacions salines subterrànies. També s'injecta CO₂ a l'oceà, a profunditats de 1000-3000 metres (o inclús més), on el CO₂ líquid és més pesat que l'aigua, fent així que caigui al fons oceànic i quedi atrapat.

També hi ha propostes importants per a sistemes alternatius de tractament del CO₂. Un d'ells, la captura per microalgues, planteja crear estancs artificials poblats de microalgues que es

fertilitzin mitjançant CO₂, desfent-nos del problemàtic gas i alhora generant biomassa útil. Per altra banda, també s'ha proposat la fertilització els oceans per a promoure el creixement de fitoplàncton, que consumeix el CO₂ atmosfèric.

B. El MIT i els sistemes fotovoltaics

Un projecte dut a terme pel Massachusetts Institute of Technology (MIT) i el Masdar Institute of Science and Technology proposa allunyar el sector fotovoltaic de les tradicionals cel·les basades en silici.

Aquestes cel·les són utilitzades per la seva fàcil manufacturació i baix cost, però no són realment eficients a l'hora de convertir radiació solar en electricitat: només aprofiten, de mitja, entre un 15% i un 20% de l'energia que el arriba en forma de radiació. Això es deu a que només pot aprofitar fotons de baixa energia dins de l'espectre visible, i no els d'energia més alta.

Per obtenir energia de tot l'espectre de llum possible ja s'ha provat d'utilitzar altres semiconductors com l'arsenur de gal·li el fosfur de gal·li, que arriben a eficiències superiors a les del silici. Però és superposant capes de diferents materials semiconductors, de forma que cadascun absorbeixi una part diferent de l'espectre, que s'arriba a una eficiència superior.

Aquestes cel·les, anomenades "multi-junction", arribarien a eficiències teòricament superiors al 50%, però són massa costoses per al seu us massiu. Així, només s'utilitzen en aplicacions específiques com els satèl·lits.

El que els investigadors de les esmentades institucions han desenvolupat és un disseny (la "step-cell") amb dues capes, la primera de fosfur d'arsenur de gal·li i la segona de silici, on la segona capa és exposada en algunes zones (un disseny en forma d'esglaons). Aquest disseny dóna una eficiència pràctica del 35% a un cost molt inferior a les multi-junction.

En aquestes cel·les, el fosfur d'arsenur de gal·li capta els fotons d'alta energia, i deixa passar els fotons de baixa energia a la capa de silici, que els capta. En les zones on no hi ha la primera capa, el silici rep tot l'espectre de radiació (tot i que no l'aprofita tot).

Quin sentit té deixar al descobert el silici? A part d'abaratir el cost, resulta que el germani de silici (substrat on creix fosfur d'arsenur de gal·li) absorbeix part dels fotons que haurien de passar al silici, reduint l'eficiència de la segona capa significativament.

El MIT també ha dut a terme un altre projecte de millora de les cel·les fotovoltaïques que resulta molt interessant.

Fa molt que es coneix que una cel·la fotovoltaica tradicional té un límit en eficiència conegut com a límit de Shockley-Queisser. El silici, per exemple, tindria un rendiment màxim del 29%.

Hi ha alguns mètodes per sobrepassar aquests límits. El més estudiat fins el moment consisteix en usar estructures més sofisticades (com les cel·les multi-junction i les step-cells que hem explicat anteriorment), però el que aquest projecte presenta és un sistema nou: la cel·la termofotovoltaica solar (STPV).

El sistema STPV consisteix en fer passar la llum solar per un element intermedi abans de la cel·la fotovoltaica. Aquest element intermedi usa la radiació solar directament per a escalfar-se fins a temperatures que el permetin emetre un espectre de radiació concret molt més aprofitable per les cel·les.

Això és possible gràcies al fet que l'element intermedi està fet de materials sofisticats anomenats cristalls nanofotònics. Aquests emeten una banda molt concreta de longituds d'ona, i amb molta precisió, quan s'escalfen.

Això era només una diminuta mostra del que podem fer nosaltres, els enginyers. Hi ha encara una infinitud més de camps on es podria investigar per al mateix propòsit, protegir el planeta del canvi climàtic.

V. REFLEXIÓ

El fet que afrontar el canvi climàtic sigui un dels propòsits per la sostenibilitat de les Nacions Unides demostra que el problema no es pot prendre a la lleugera.

Per això són fonamentals pactes internacionals que permetin regular de forma efectiva les principals fonts causants del problema, però tot això no serveix de res si no hi ha gent contínuament treballant per a desenvolupar noves i millors tecnologies, més netes i més eficients.

Però també ens hem d'adonar que, fins i tot els enginyers físics, hauríem de provar de solucionar això des d'un altre punt de vista més: el punt de vista d'un simple ciutadà.

És bo dedicar temps a investigar una nova forma de controlar emissions contaminants per a indústries, però de poc servirà si no ens preocupa utilitzar el cotxe per a qualsevol petit trajecte que fem, o si no busquem utilitzar electrodomèstics més eficients.

Al cap i a la fi, la vida quotidiana de la gent és un dels principals factors que determinen el camí de la tecnologia, i això és el que dicta què és rentable i què no en el moment. És el que indica quines millores són realment factibles i quines, per molt bones que siguin, no es podran dur a terme.

És primordial, per tant, fer veure a la societat que la solució del problema està a les seves mans.

A partir d'aquí, sí que la responsabilitat és dels enginyers, que haurem de definir la tecnologia del futur. Així que per què no aprofitar i fer aquesta tecnologia més neta i respectuosa amb el medi ambient?

Per molt que els projectes que iniciem no estiguin destinats específicament a solucionar el canvi climàtic, sempre haurem de fer que aquests, com a mínim, siguin respectuosos amb el medi ambient.

Estic segur que la tecnologia neta es desenvoluparà cada cop més ràpid i en més quantitat, i així, poc a poc anem revertint la situació en la que ens trobem.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://climate.nasa.gov/>
- [2] <https://ec.europa.eu/clima/change/>
- [3] <http://www.un.org/en/sections/general/un-and-sustainability/index.html>
- [4] http://sequestration.mit.edu/pdf/encyclopedia_of_energy_article.pdf

- [5] <https://news.masdar.ac.ae/explore-news/stories-by-type/exploration/item/9171-how-a-new-tandem-solar-cell-is-at-the-forefront-of-solar-innovation.html>
- [6] <http://news.mit.edu/2016/hot-new-solar-cell-0523>

Passió i Conscienciació

Mar Sisquellas Taixés, *Estudiant d'Enginyeria Física, UPC*

I. INTRODUCCIÓ

LA comunitat internacional UIT ha definit una sèrie de metes i finalitats per aconseguir un futur sostenible mitjançant 17 Objectius de Desenvolupaments Sostenibles (ODS). L'objectiu d'aquest article és reflexionar, cercar i explicar la relació entre l'enginyeria física que estem estudiant i un dels objectius de desenvolupament sostenible. Cal tenir en consideració que actualment és inconcebible plantejar qualsevol d'aquests objectius sense utilitzar les TIC, així doncs, al llarg de l'article les TIC seran una eina i no l'objectiu en sí mateix.

En primer lloc, és necessari escollir un dels 17 objectius per començar a treballar. El tema és el punt de partida que condiciona tot el que ve després, i com que crec que és el punt més important del treball pel que fa a reflexió i auto-formació, l'he triat en funció de la motivació, interès i il·lusió que em generaven els ODS. Nogensmenys, he invertit el 70% de les energies i temps de dedicació en la selecció que no ha sigut gens fàcil; inicialment l'objectiu candidat era *Life below water*, però al final, unes coses porten a les altres, i l'elegit ha sigut **Protect de Planet**, que no deixa d'estar relacionat amb l'anterior i *Life on Land*.

Entre els objectius anunciats per la UIT en la targeta *Protect de Planet*, aquest article es centrarà en el següent:

“Improve education, awareness-raising and human and institutional capacity on climate change mitigation, adaptation, impact reduction and early warning”

I ho farà des del l'àmbit que més em motiva i més felicitat m'aporta: l'**esport**.

L'esport és una experiència engrescadora que ens acompanya des de que som petits quan aspirem a ser professionals fins a que ens fem grans i comentem les jugades al bar, forma part de la vida en tots els sentits, mou milers de milions de persones i, com totes les activitats humanes, té un impacte en el medi ambient. L'esport interactua de maneres molt diverses amb l'entorn; a curt termini, llarg termini, directe o indirectament, i totes aquestes combinacions possibles ens donen la idea de la petjada ecològica que genera. Els impactes a curt termini inclouen el soroll i la contaminació de l'aire durant els esdeveniments, mentre que els de llarg

termini són aquells que perduren en el medi després d'haver finalitzat l'acte; un exemple en seria la pèrdua de biodiversitat degut al desenvolupament d'infraestructures o el desequilibri ecològic de les zones alpines degut al equipament d'esquí. Anàlogament, hi ha diferències entre els impactes directes i indirectes, i cal tindre'ls en compte els dos. El combustible consumit pel vehicle en una competició de motor és un impacte directe, mentre que el consumit pels espectadors per arribar al lloc de l'acció és indirecte. Aquests darrers, també engloben el cost de la modernització de les ciutats que es preparen per acollir grans esdeveniments i les conseqüències del turisme en l'ecologia de la regió.

L'escala de gravetat de l'impacte depèn en gran part del tipus d'esport i de la mida de l'esdeveniment. Alguns impactes ambientals són comuns en totes les activitats, com la construcció d'àrees de joc alterant l'ecosistema natural o l'enorme quantitat d'energia consumida en el transport dels innumerables jugadors i espectadors al llarg de l'any que viatgen des d'una part del planeta a l'altra. D'altres són específics d'esports concrets: els elements químics utilitzats en les pistes d'esquí per mantenir el gel *in vivo*, la increïble quantitat de combustible cremat en nombroses varietats d'esports de motor o l'enorme quantitat d'aigua invertida per irrigar els camps de golf i les pistes de futbol de tot el món en són alguns exemples. L'enorme quantitat de brossa (embalatge, plats, ampolles, residus alimentaris,...) generada als *stadiums* i les deixalles (ampolles, embalatge, barretes energètiques,...) tirades als bosc en curses ciclistes també sumen a l'empremta ecològica.

No hem d'oblidar tampoc que l'esport també és el motor de la premsa de masses, de la investigació en últims materials i sobretot, de l'estètica, tres grans sectors dels quals podríem escriure 30 pàgines més sobre l'impacte que generen en el medi. Per tant, és evident que l'esport influeix de maneres molt diverses en el medi i que cal prendre mesures i conscienciar la població per tal de reduir l'impacte i afavorir la sostenibilitat. Reconeixent la importància del problema, el Comitè Internacional de les Olimpíades (IOC) ha establert com a tercer pilar del *Moviment Olímpic* el 'medi ambient', sent els altres dos 'esport' i 'cultura'.

The Green Sports Alliance was formed with the aim of understanding how the games we play can affect and foster awareness about the environment to promote change. Having fun on the sports field, it turns out, can be a far more effective way to spread messages about our natural resources than the classroom. By its very nature, sport participation and conduct impacts the environment and, in turn, is impacted by it. Situar-nos en el marc dels esports d'aventura és donar un volta més a la rosca. El practicants d'aquestes disciplines, ja sigui perquè necessiten el món natural per viure la seva batalla o la

intensitat de les emocions que troben, acostumen a decantar-se cap a estils de vida més verds i no només això, sinó que aposten, exemplifiquen i instrueixen els demés cap una pràctica més sostenible. No hi ha res com tindre *necessitat o dependència d'alguna cosa* com per voler cuidar-la i conservar-la.

II. DISCUSSIÓ

En aquest apartat, tractar una mica més el tema de l'esport extrem i *Green lifestyle* a partir d'un article que es va publicar l'Agost del 2009 al *Journal of Sport Tourism* anomenat *Extreme Sports as a Precursor to Environmental Sustainability* que ens ve com anell al dit. Els resultats obtinguts en aquest estudi realitzat per Eric Brymer, Greg Downey i Tonia Gray són particularment significants perquè el projecte de recerca inicial no pretenia lligar l'esport extrem amb la sostenibilitat ni amb la consciència mediambiental. Cal dir també, que l'investigador principal en tot moment va evitar relacionar l'esport extrem amb el risc o interès per conquerir el món natural en les entrevistes, per tal de que, si es donés el cas, aquesta dimensió ecològica sorgís espontàniament.

Però abans que res, què és la sostenibilitat? La Comissió de Brundtland, el 1987, va definir una "societat sostenible" com aquella que "satisfà les necessitats del present sense comprometre la capacitat de les generacions futures de satisfer les seves pròpies necessitats". Sostenibilitat és més que un sistema de gestió de recursos (Gifford, 2007; Vlek & Steg, 2007). Gifford (2007) argumenta que qualsevol canvi real en la pràctica sostenible majoritàriament començarà a nivell individual, mitjançant canvis en l'actitud i caràcter del dia-dia. Per aconseguir aquest canvi, a nivell personal ens hem de sentir connectats al món natural (Dunbar, 2004; Schroll, 2007). Roszak (1992) va desenvolupar el concepte d'*ecopsicologia* específicament per referir-se a aquest lligam i, en part, per suggerir nous camins que generessin una major consciència mediambiental i s'allunyessin de la protesta política i l'educació a les aules.

Schultz explica que malgrat la percepció popular, la humanitat és part del món natural. Si la gent se sent connectada psicològicament al món natural, voluntàriament faran sacrificis per comprometre's en pràctiques sostenibles (Mathews, 2006).

Els participants d'esports extrems de l'article declaren que, a través de l'activitat física, van obtenir una major consciència de la connexió existent entre la humanitat i el món natural. Aquesta connexió es manifesta com l'experiència d'estar en harmonia amb la natura i ser part d'una poderosa energia positiva. Com a resultat, alguns participants van discutir com van arribar a preocupar-se més i més per protegir la natura. Laird Hamilton (Williams et al., 2001), un pioner del surf reconegut internacionalment, va argumentar que *surfejar* grans onades va provocar la seva comprensió de què la humanitat era part del món natural, un reconeixement que el va portar

cap a una transformació positiva en la seva actitud i comportament. Hamilton es va convertir en advocat defensor dels la protecció dels oceans:

You're not going to protect something that you don't appreciate and that you don't care about. So you have to make people care and there is... no better way to make somebody care about it than to participate in it, with it. And then they get a feeling – 'Hey, I care about it! What's going ... how can we help it?' (Bartlett, 2008)

En aquest cas, la immersió física en l'aigua, la seva participació 'amb' l'oceà a través del surf, el van guiar cap al seu propi 'despertar' sobre el medi ambient i cap a l'ús del surf i d'altres activitats per intentar produir canvis en l'actitud dels demés.

Aquells que van ascendir l'Everest, el punt més alt de la Terra, també expliquen transformacions personals similars i positives (Ahluwalia, 2003; Benegas, 2003; Chiow, 2003; Weare, 2003). Per aquest participants, l'esport extrem va facilitar un compromís amb el món natural, que juntament va derivar en un canvi en el comportament. Alison Gannet va desenvolupar una connexió amb el món natural a través d'esquí extrem i ara utilitza aquestes experiències per registrar i consultar sobre temes d'escalfament global (Gannett, 2008). Aquestes històries personals i els canvis actuals en la política d'acció, s'oposen completament a les interpretacions de l'esport extrem com a 'batalles contra la naturalesa', a menys pel que fa a l'efecte que les experiències provoquen en els practicants a llarg termini.

Durant l'entrevista, els participants també descriuen l'experiència de l'activitat física com '**being at one with the natural world**'.

Per exemple, HS, una noia B.A.S.E. jumper, descriu com l'activitat física li atorga sentiments de connexió amb la natura:

All of a sudden you're totally connected to the environment. You're no longer an I. You're not bound by constraints, by a physical body anymore. It's a life-altering insight. (HS, female B.A.S.E. jumper, mid 30s)

SB, una caiaquista extrema, interpreta la connexió d'una manera més fisiològica:

They say it's because the human body is eighty percent water and that type of thing. I don't really know, but I'm totally relaxed and at home on water. (SB, male kayaker, late 30s)

Tanmateix, altres participants també descriuen el sentiment de connexió amb la natura com '**being part of a natural force or energy**'. Per exemple, un surfista de grans onades, explica com l'energia d'una gran platja li atorga l'estima de molts aspectes de la vida de l'oceà.

[The beach has] given me a great appreciation of the aesthetics of the ocean, from whales to sharks to dolphins to penguins to the rocks or to whatever, you know. Every aspect ... it's a magnificent thing to do ... You get great energy, fantastic energy on the sort of coast where there's big surf; you feel the energy, it's just amazing ... You know, there's a lot of energy, and you get off on that energy. (RM, male surfer, early 50s)

Per cloure l'article, els analistes apunten que malgrat la freqüent interpretació dels crítics sobre els atletes extrems com persones atrevides i *jukies* de l'adrenalina que intenten provar-se a ells mateixos per combatre la natura, l'article aporta una

visió molt més sensible i bastant més ajustada al que el participants al·leguen en les entrevistes sobre la seva interpretació del món natural; el detallen com una experiència de connexió íntima amb el paisatge i un plus en les seves trajectòries autobiogràfiques.

I aquestes sentiments són la base de la conscienciació. Fins ara hem estat parlant d'atletes d'esport extrem, però penso que qualsevol experiència **intensa** amb la naturalesa, ja sigui veure la posta de sol més xula de la teva vida o l'aurora boreal en plena exuberància, crea dependència del medi i aquest fort sentiment de voler protegir-lo. No puc estar més d'acord amb les paraules d' Albert Francolí '**la clau de l'èxit és transformar-se per poder transformar**'.

El canvi realment s'ha de produir a **nivell individual**, aleshores és quan les coses funcionen, i penso que aquesta intensitat, emoció i sentiment que pot generar la natura en nosaltres són el motor de canvis de mentalitats i comportaments diaris cap a una pràctica més sostenible.

III. CONCLUSIÓ

Sovint ens preguntem *I què puc aportar jo?* En les següents línies intentarem relacionar aspectes que coneixem de la titulació que estem cursant juntament amb el que creiem que aprendrem per explorar una mica més la resposta a aquesta pregunta i definir alguns camps d'actuació.

Sempre recordaré les paraules d'un professor en una classe de Termodinàmica del quadrimestre passat:

'Vosaltres quan sortiu d'aquí, no us en recordareu de res... Però haureu après a **pensar** i aquest serà el vostre valor'. (Josep Lluís Tamarit, Novembre 2016)

Si penso en els dos anys que porto a l'UPC, crec que quan acabi el grau, el que m'hauré emportat d'enginyeria física seran: eines, contactes, amics i companys que *tiren milles*, juntament amb un gran paquet d'energia i ganes de fer mil coses!

Seguint la línia de trobar relacions intenses amb la natura, crec que els esports d'aventura són una molt bona eina amb què treballar. El problema és que tots aquests mons es mouen en cercles molt tancats i els veiem molt llunyans, i com que ho desconeixem, els atorguem l'etiqueta de risc. Però és com tot, hi ha nivells fàcils i nivells difícils dins d'aquestes activitats (escalada, rafting, surf, caiaç, descens de barranc, etc) i si les practiques de manera segura amb l'equipament adequat, no hi ha d'haver cap problema. Evidentment si arribes a ser professional hauràs desenvolupat les eines i l'agilitat suficients com per afrontar reptes en què un pas en fals pot ser fatal, però és com els cirquistes, si ells cauen de la corda, també serà un cop molt dur.

Com molt bé hem dit al principi, les Tecnologies de la informació i Comunicació (TIC) són un eina amb què treballar i està motivada per un objectiu unificador; **connectar el món**, doncs en aquest cas, es tractaria d'afegir una *coletilla*: **connectar el món de l'esport d'aventura**, fer-lo més accessible. La idea seria connectar tots aquests àmbits i sentir-

los més pròxims, treure una mica el concepte de risc popular també ajudarà a que el projecte tingui més acceptació a nivell educatiu, divulgatiu i sobretot, pel que fa a subvencions. El somni seria crear una plataforma tipus *blablacar* on poder compartir experiències intenses amb la natura, actualitzar noves rutes i trobar companys de viatge en un ventall d'activitats molt ampli on seria tan vàlid plantejar una trobada per veure l'illa de Menorca des de la Mussara, com una excursió de raquetes al Puigmal per fer ioga en arribar al cim o proposar una ruta super extrema de 4 dies amb caiaç descendint els rius més estrets de Nova Zelanda. És més, les ofertes serien il·limitades perquè els mateixos usuaris serien els que proposarien activitats al medi, igual que al *blablacar*. Això sí però, sempre amb dos denominador comuns: intensitat i natura.

El web tindria en compte també diferents nivells de tecnificació: introducció, amateur i professional, per exemple, i es contemplarien cursos per a tots els nivells amb monitors experimentats i de confiança en tots els àmbits per tal de poder ascendir i poder realitzar experiències que veus publicades però en les que no pots participar perquè no tens prou grau de coneixement... Un pas més endavant encara, seria tenir un equip que explorés zones relacionades amb les tendències de la web per tal de dissenyar mapes de ruta de diferent dificultat per tal de poder lligar-ho amb tot un circuit d'albergs, campaments i refugis on poder dormir i alimentar-se. I seria esplèndid ja, poder articular un sistema d'assegurances, equips tècnics i tractaments mèdics per desenvolupar estratègies per preveure lesions, la més gran preocupació dels esportistes. Darrera de tot aquest procés, hi ha un gran esforç de gestió, organització i continua actualització i reciclatge. Sempre hi ha punts nous per assolir i es poden millorar els models anteriors. Realment, m'agradaria molt treballar en un projecte com aquest, no només pel que fa a valors que crec que és un 10, sinó perquè també em permet lligar l'esport que tant m'agrada amb el món dels puzzles; de fer i desfer, moure fitxes i veure com encaixen les unes amb les altres. I no cal dir, que a més a més, seria l'oportunitat perfecta per crear la web que sempre he volgut que existís.

REFERENCES

- [1] Brymer, Eric, Downey, Greg and Gray, Tonia (2009, Juny). Extreme Sports as a Precursor to Environmental Sustainability. *Journal of Sport & Tourism* [Online]. 14:2,193 — 204.
Disponible:
<http://dx.doi.org/10.1080/14775080902965223>
- [2] M. Pfahl (2013, Maig). The Environmental Awakening in Sport. *The Solutions Journal* [Online]. Volume 4 | Issue 3 | Page 67-76 | May 2013.
Disponible:
<https://www.thesolutionsjournal.com/article/the-environmental-awakening-in-sport/>.
- [3] Sportskeeda. Abhinandan (2015, Abril). Impact of Sport on Environment. Article d'opinió.
Disponible:
<https://www.sportskeeda.com/general-sports/detailed-look-impact-sports-environment>

- [4] Carme Carrion, Mònica Soler i Marta Aymerich (2014, Agost). Análisis de la Validez de Contenido de un Cuestionario de Evaluación del Aprendizaje Basado en Problemas. Un Enfoque Cualitativo. Formació Universitària Vol. 8(1), 13-22 (2015). Doi: 10.4067/S0718-5006201500010000.
Disponible:
<http://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v8n1/art03.pdf>
- [5] Shelley Burgin, Nigel Hardiman (2015, Març). Extreme sports in natural areas: looming disaster or a catalyst for a paradigm shift in land use planning?. School of Natural Sciences, University of Western Sydney, Locked Bag 1797, Penrith, Australia, 2751.
Disponible:
<http://eprints.lincoln.ac.uk/22986/3/Extreme%2520sports%2520in%2520natural%2520areas%5B1%5D.pdf>
- [6] ITU. Comprometida para conectar el mundo.
<http://www.itu.int/es/about/Pages/default.aspx>

ACCIÓ PER EL PLANETA

Núria Solerdelcoll i Vila; Enginyeria Física, Teoria de Circuits

ABSTRACT

estudis recents alerten sobre el consum excessiu que s'està fent de tots els recursos naturals del planeta, suposant un problema greu tan per nosaltres com per el nostre entorn. A més, aquest alt consum també implica una major quantitat de residus de totes les menes que ajuden al deteriorament del planeta, contaminant-lo. A la vista de la greu situació a la que estem, s'han començat a posar en marxa solucions per el problema. Moltes d'aquestes solucions venen de la mà de tecnologia i de com aquesta pot ajudar al manteniment i a la millora del medi ambient. En aquest article s'analitzaran les algunes projectes d'enginyeria que estan en marxa amb l'objectiu de millorar la situació, i el paper de l'enginyeria en tot aquest marc.

I. OBJECTIUS PER EL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE

Al gener de 2016 es van posar en marxa els objectius per el desenvolupament sostenible; 17 objectius la finalitat de la qual és intentar assegurar un nivell de vida mínim per totes les persones, la igualtat de totes aquestes i la preservació del planeta. El Programa de les Nacions Unides per el Desenvolupament (PNUD), present a uns 170 països i territoris diferents és el que s'encarrega d'incitar i ajudar als governs a implementar mesures que afavoreixin els objectius.

Els objectius per el desenvolupament sostenible, abreviat ODS, són la continuació dels Objectius del Desenvolupament del Mil·lenni (ODM), establerts al 2000. Els ODM eren una sèrie d'objectius amb els quals es volia reduir la pobresa extrema d'algunes zones, així com fam, les malalties mortals o la falta d'educació, amb el 2015 com a any objectiu. Gràcies a aquests objectius les xifres extremes de pobresa van disminuir, impulsant a treballar més per millorar la situació, així com a conscienciar a la població sobre la feina que s'estava fent.

En arribar a l'any límit, el 2015, es van tornar a plantejar uns altres objectius basant-se amb el anteriors i amb els resultats obtinguts. Aquest cop, l'any límit el van marcar al 2030. Després d'un any de discussions i negociacions, al 25 de setembre de 2015, 193 líders mundials van acceptar els 17 objectius acordats, posant-los en marxa al principi del següent any, al gener de 2016.

Tots els objectius de la ODS estan interconnectats, és a dir, la millora d'un efecte positivament a la millora d'un altre. Els 17 objectius proposats són:

1. Final de la pobresa
2. Fam zero
3. Salut i benestar
4. Educació de qualitat
5. Igualtat de gènere
6. Aigua neta i sanejament
7. Energia assequible i no contaminant
8. Treball decent i creixement econòmic
9. Indústria, innovació i infraestructura
10. Reducció de desigualtats
11. Ciutats i comunitats sostenibles
12. Producció i consum responsables

13. Acció per el planeta
14. Vida submarina
15. Vida dels ecosistemes terrestres
16. Pau, justícia i institucions sòlides
17. Aliances per aconseguir els objectius

Tot i que s'han aconseguit moltes millores, encara hi ha una gran diferència tan econòmica com social entre diferents països i territoris del planeta.

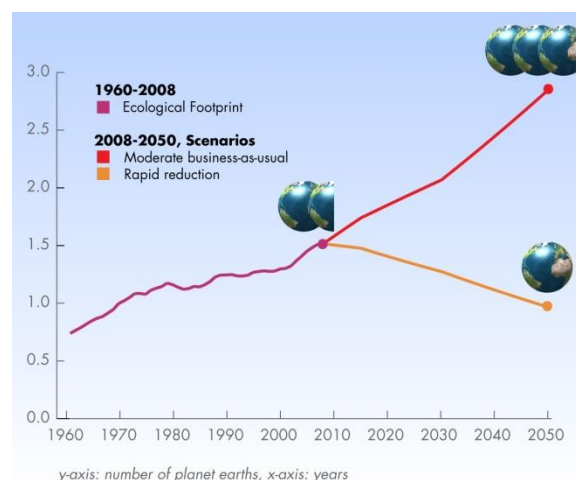
En aquest article ens centrarem principalment en el tretzè objectiu, el que està relacionat amb l'acció per el planeta i què ha fet o pot fer l'enginyeria per apropar-nos a la meta establerta per els ODS.

II. DESTROSSANT EL PLANETA

Tot i que la definició d'enginyer és una mica vaga, crec que el tret més important de la definició és que són persones emprenedores, amb la capacitat de localitzar els problemes que apareixen a l'hora d'aconseguir un objectiu, analitzar-los objectivament, i trobar-ne la solució òptima (o la més apropiada). Tot i que els enginyers es troben en moltes àrees de treball, ens centrarem en el problema del medi ambient, i de com l'enginyeria ha anat fent projectes per aconseguir millores i resultats. Més concretament, s'analitzaran dos problemes concrets i possibles solucions: l'excessiu consum de petroli i la contaminació al mar.

Com s'ha comentat breument abans, el nostre consum de recursos naturals és molt més superior al que ens pot proporcionar la Terra. Si es segueix amb aquest ritme d'explotació, s'ha predit que per el 2050 és necessitarà l'equivalent de tres terres per satisfer el nostre consum. La intenció és

canviar aquest creixement i disminuir l'explotació a la terra, amb la meta que en el 2050, comptes de gastar les tres terres predites, subsistim amb els recursos equivalents a només una, com seria el correcte.



Tot i que la proposta sona molt correcta, a l'hora de posar-ho a la pràctica i aconseguir-ho no és tan fàcil.

Els recursos naturals més explotats a nivell mundial són principalment el petroli, els boscos, l'aigua i certs elements químics, com l'or o l'urani.

La demanda de petroli es clara, ja que és el principal component de la gasolina, que permet fer funcionar els vehicles. A més també s'utilitza com a matèria prima per la fabricació de molts plàstics. Per arrodonir la situació, tots els motors de gasolina alliberen una bona quantitat de CO₂, que contribueix a la contaminació atmosfèrica i a l'efecte hivernacle. Així que tot i que és molt pràctic, s'han de buscar alternatives.

Un altre problema greu són els residus. Des de simples cartrons i plàstics dels envasos quotidians a residus nuclears o tòxics de grans empreses. Cada material té el seu propi tractament adequat un cop s'ha acabat el seu ús: alguns es poden reciclar i tornar-se

a fer servir, alguns altres han de rebre el tractament adequat per no contaminar el planeta i alguns altres simplement s'han de guardar en llocs especials.

Malgrat tot, aquests procediments no sempre es segueixen i els residus es tiren a llocs inadequats, per exemple el mar, contaminant el medi natural i posant en perill espècies animals i, indirectament, als humans mateixos.

Molts residus acaben al mar. Envasos de plàstic de tot tipus, fertilitzants i pesticides, residus industrials i nuclears, gasos d'escapament o aigües contaminades amb tot tipus de metalls són alguns exemples dels residus que acaben sent evocats al mar. I el ritme en el que augmenta la contaminació oceànica és alarmant. 4

III. I LES SOLUCIONS...?

Per sort o per desgràcia, l'avanç de la ciència i la tecnologia està fortament lligada amb els problemes que afronten els humans: com més problemes, més avanç i motivació hi ha per a solucionar-los.

- COTXES ELÈCTRICS

Com s'ha comentat, un dels problemes greus als quals s'està fent front és l'ús excessiu del petroli. Al voltant d'un 47% d'aquest és usat per el transport, així que s'ha buscat una alternativa als motors de gasolina: motors elèctrics per automòbils.

Un motor elèctric és simplement un dispositiu que transforma l'energia elèctrica en energia mecànica, la qual s'encarrega de

moure l'automòbil. Tot i que aquests motors no són recents i fa temps que es coneixen, recentment s'han incorporat en alguns automòbils.

El funcionament dels cotxes elèctrics és el mateix que els cotxes convencionals, amb la diferència del motor i certs avantatges.

Els motors elèctrics redueixen el màxim el nombre de peces mòbils del motor, fent que siguin els motors més fiables que es coneixen, perquè el fregament de les peces disminueix i amb això el desgast.

A més, són els més eficients, ja que converteixen el 90% de l'energia elèctrica en mecànica, tot i que hi ha pèrdues en forma de calor en la bateria i els cables. Per altra banda, funcionen amb energia elèctrica i, tot i que sempre contamina una mica, els residus d'aquesta no es poden comparar amb els del motor de gasolina.

Però hi ha desavantatges. El principal és que són més cars que els cotxes de gasolina convencionals, fent que la gent opti per un cotxe de gasolina que no pas un elèctric. Malgrat tot, hi ha hagut molt avanç tecnològic en aquest sentit, per part de Tesla Motors, que ha aconseguit fabricar cotxes elèctrics més assequibles econòmicament. Per altra banda, necessites punt especials de càrrega i no estan disponibles en tots els llocs.

Tot i així, els avantatges superen els inconvenients i es prediu que els cotxes de elèctrics acabaran substituint els de gasolina.

- CLEANUP OCEAN

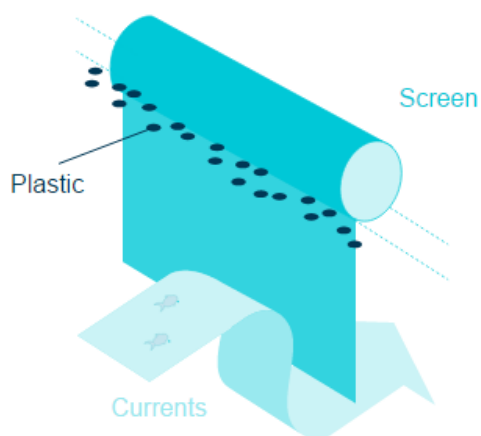
Un altre problema greu és la contaminació dels oceans. A la vista de la gravetat de la situació s'han posat en marxa diversos

projectes per netejar la contaminació dels oceans. El problema principal en aquest cas és que es necessiten mètodes particulars per la neteja de cada grup de materials: no es el mateix intentar netejar l'oceà de petroli o netejar-lo de plàstics.

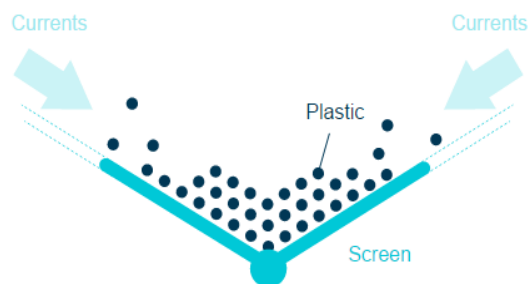
Un d'aquests projectes és l'anomenat CleanUp Ocean, una iniciativa per netejar els oceans de plàstics.

El projecte es pot resumir en “*perquè moure's a través de l'oceà, si l'oceà es pot moure a través teu?*”. El sistema de neteja es basa en la col·locació de pantalles sòlides en punts dels oceans on hi passen grans corrents marítimes, que recorren tot el planeta. Aquests corrents que han recorregut bona part de superfície d'aigua disponible, porten residus sòlids de bona part del món.

Les pantalles estan col·locades al llarg de la superfície oceànica, en el punt on passen els corrents. Com que majoritàriament els envasos plàstics són menys densos que l'aigua, aquests suren, així que no és necessari col·locar barreres que arribin fins al fons marí, sinó que només arriben a uns quants metres de fondària, permeten el pas del corrent i d'animals marins per sota de les pantalles.



Aquestes pantalles sòlides estan col·locades en forma de V, de manera que els plàstics es van acumulant a la punta de la xarxa, facilitant així la extracció dels residus i futur reciclatge. Els productes útils que obtenen del reciclatge els venen a companyies B2C, obtenint així part dels diners per continuar el projecte.



Segons el que es preveu esperen que d'aquí 10 anys, la quantitat de residus de l'oceà Pacífic s'hagi reduït a la meitat.

El projecte funciona bé, hi tot i ser una mica lent, està començant a mostrar resultats

IV. CONCLUSIONS

S'han analitzat alguns dels problemes que hi ha actualment amb el planeta i s'han analitzat, així com les solucions proposades. La feina de l'enginyeria és anar trobant els problemes actuals que tenim i proposar solucions beneficiàries tan per nosaltres com per el nostre entorn, ja que el final, ens acabarà ajudant a millorar la nostra qualitat de vida.

V. REFERÈNCIES

CleanUp Ocean:

<https://www.theoceancleanup.com/>

http://slowfood.com/slowfish/pagine/esp/pagina.lasso?-id_pg=46

Explotació de Recursos:

<https://ecoblog4c.wordpress.com/2014/06/18/recursos-no-renovables-mas-explotados/>

<http://www.monografias.com/trabajos21/recursos-naturales/recursos-naturales.shtml>

ODC:

<http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Motors elèctrics:

<https://www.tesla.com/>

Ingeniería Física por la energía asequible y no contaminante

Eric Soriano Baguet

Abstract- En este documento hablaremos de la importancia de una energía sostenible y asequible en nuestra sociedad, uno de los objetivos del desarrollo sostenible de la ONU, todo esto visto desde el punto de vista de un ingeniero. Para ello, primero recorreremos rápidamente algunas fuentes de energía de hoy en día (sobre todo en España por facilidad de datos), sobre todo las energías renovables, y subrayaremos los problemas que conllevan. Esto nos llevará pues a plantearnos cuál es el rol que debe tomar el ingeniero frente a ellos y cuáles son las vías para solucionarlos. Expondremos luego dos ideas: para empezar, el biomimetismo, una nueva manera de ver la ingeniería basada en la biología y luego el proyecto de central de fusión ITER, uno de los mayores centros de investigación y colaboración.

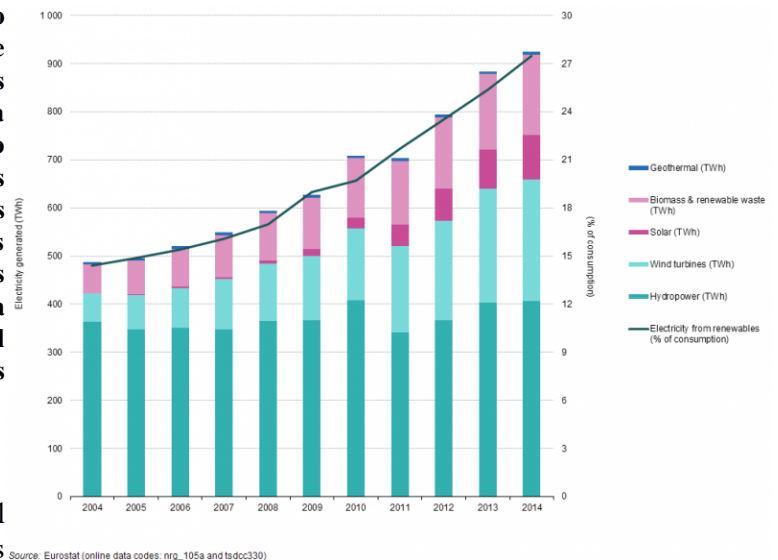
I. INTRODUCCIÓN

La energía es uno de los fundamentos del funcionamiento de la sociedad actual: la necesitamos para movernos, comunicarnos, iluminarnos y todo esto sin mencionar sus necesidades a nivel económico, como ahora en la industria o cualquier otro sector. Pero he aquí el problema: la gran mayoría de la energía que consumimos viene de fuentes no renovables (sólo 16,15% de la energía consumida en España en 2015 proviene de fuentes renovables según Eurostat), como ahora las energías fósiles o las centrales termoelectrificadas de fisión. Estos tipos de energía son nefastos tanto para el medio ambiente, sea por la destrucción de hábitats por la búsqueda y extracción de materia prima, los gases a efecto invernadero que emiten cuando son consumidos o los efectos perversos que tienen al ser liberados en el medio (mareas negras como el *Prestige* en 2002 o radiación en Fukushima); como para la sociedad, por la riqueza que aportan que da paso a guerras, condiciones de trabajo deplorables, explotación, etc. Así pues, las energías renovables se ofrecen como el gran remedio a este mal.

II. LAS ENERGÍAS RENOVABLES

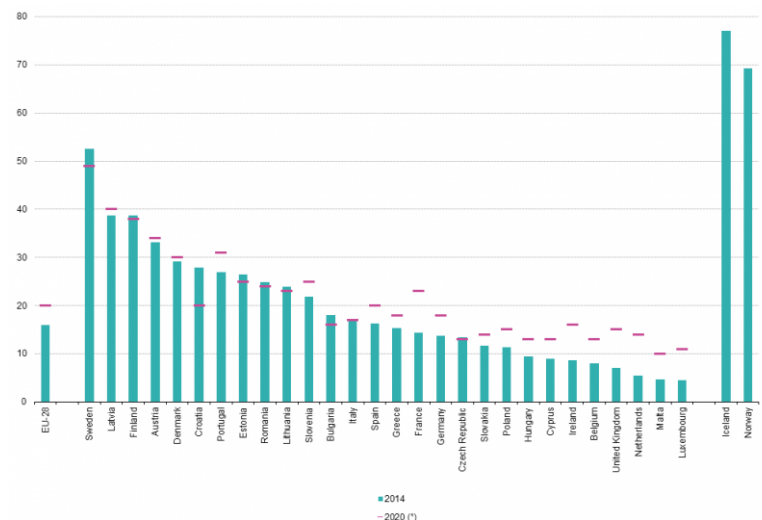
Las energías renovables son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas, como las define *Acciona*, gran empresa española en el sector de la gestión de infraestructuras y desarrollo de energías renovables. Se pueden resumir como fuentes de energía que usan las fuerzas del medio sin degradarlo de forma irreversible. Estas energías se descomponen en varios grupos, como la energía eólica, solar, hidráulica, geotérmica, olamotriz, el biogás o la biomasa, entre otras.

El uso de estas energías está en crecimiento, como demuestran las estadísticas de Eurostat:



Electricity generated from renewable energy sources, EU-28, 2004–14. Source: Eurostat ([nrg_105a](#)) and (tsdccc330)

Pero aún así no es suficiente. Como podemos ver en la gráfica, la fracción de la producción de electricidad con origen en las energías renovables en Europa no llega al 30%. Además, estas cifras no van a mejorar demasiado vistas las obligaciones impuestas para 2020 como podemos ver en la gráfica siguiente:



(*) Legally binding targets for 2020. Iceland and Norway: not applicable.

Share of renewables in gross final energy consumption, 2014 and 2020 (%). Source: Eurostat

Hay muchas causas que pueden explicar este bajo

porcentaje, especialmente en España, muy por debajo de la media europea, entre las que destacan: una falta de implicación o ayudas para la causa, la presencia de lobbies oligarcas, pero también el fuerte crecimiento de la demanda que las energías renovables, debido a su menor rendimiento por euro invertido, tardarían más en llenar. Vemos que las dos primeras razones son meramente políticas, tema en el que la ingeniería física, desgraciadamente, no tiene mucho que decir; dejaremos pues de momento estos problemas a un lado para centrarnos en el que nos viene más cercano, el rendimiento de las energías renovables.

Comparando rápidamente unos números, vemos que hay 6 centrales nucleares en España que generan 7004 MW mientras que los 1080 parques eólicos de España generaron 23.026 MW en 2016 (*Fuente: AEE Asociación Empresarial Eólica*). Vemos que hacen falta de media unos 55 parques eólicos para generar la misma potencia que una central nuclear (todo esto sabiendo que la energía eólica de España es pionera y de las más avanzadas del mundo y que la nuclear no destaca particularmente). Estos cálculos muy aproximados nos ayudan a percibir que las energías renovables están en un estado técnico lejano de lo ideal. Nuestro trabajo como ingenieros es mejorar estos métodos limpios de producción de energía.

III. LA TAREA DEL INGENIERO

Una de las primeras cosas a destacar sobre el trabajo del ingeniero es la transversalidad de su obra, es decir: aunque en este texto nos estemos focalizando en el tema de las energías nos contaminantes y asequibles, rápidamente nos damos cuenta que acabamos cubriendo otros temas (de entre los objetivos del desarrollo sostenible de la ONU). Por ejemplo, en nuestra investigación sobre una mejor fuente de energía debemos también asegurarnos que se cumple la igualdad de género en nuestra plantilla, que ésta recibe un salario justo, además de tener en cuenta que nuestro proyecto debe ser innovador pero realizable y que su construcción e investigación debe también seguir una producción sostenible. Acabamos de involucrar rápidamente a 6 otros objetivos del desarrollo sostenible partiendo de uno sólo, y eso sin saber en cuantos más nos veremos metidos durante la realización del proyecto. Hay que recordar que el fin no justifica los medios: de nada sirve crear un proyecto sostenible y asequible si en su desarrollo se han violado la igualdad laboral o el medio en el que te encontrabas.

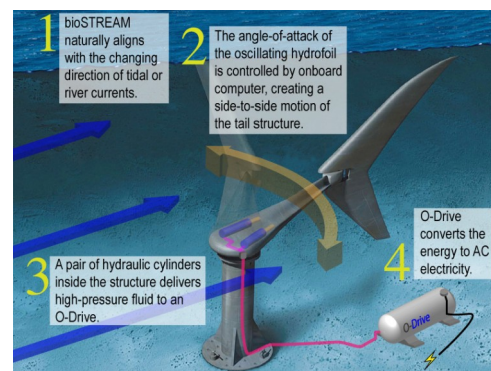
Un buen ejemplo de fuente de investigación para las energías renovables que casa a la vez sostenibilidad, innovación y progreso es toda una disciplina llamada

biomimetismo. El biomimetismo (o biomimesis) es un procedimiento de diseño que consiste en estudiar el funcionamiento de algún rasgo de sistemas biológicos, para inspirarse en él y adaptarlo a escala humana. La idea básica del biomimetismo es aprovechar miles de milenios de evolución, de “prueba y error” de la naturaleza (aunque llamarlo así es excesivo ya que la deriva genética es aleatoria) para nuestro uso. Existen varios proyectos de biomimetismo ya desarrollados o en desarrollo, por ejemplo podemos destacar:

-el proyecto TERMES, un proyecto de investigación sobre los termiteros y sobre todo su gestión de la temperatura que permitió crear el centro comercial llamado Eastgate Center, en Zimbabue, que está diseñado de forma similar y permite mantener, sin usar aires acondicionados, el edificio a temperaturas correctas cuando la temperatura exterior puede llegar a los 40°C (permitió ahorrar 3,5 millones de \$ los primeros 5 años de existencia).

(<http://blog.is-arquitectura.es/2013/02/27/climatizacion-por-biomimesis-inspirada-en-los-termiteros/>)

-BIOSTREAM: un generador eléctrico submarino sostenible que extrae energía de las corrientes. Tiene una forma de aleta caudal de un tiburón ya que se ha visto que ésta posee una relación empuje/superficie muy buena (es decir, que para una misma superficie la aleta de tiburón desplazará más agua disipando menos energía). (<http://bps.energy/biostream>)



El BIOSTREAM y su funcionamiento (Source: BPS)

Estos dos ejemplos están acorde con nuestro tema ya que uno es un generador sostenible y el otro es un mecanismo de ahorro de energía (que no es más que otra forma de sostenibilidad). Vemos que el biomimetismo es una herramienta de innovación muy interesante, que lleva sostenibilidad y durabilidad inscritos en sus mismos fundamentos, es más, que lleva parte de la esencia humana en su seno: la investigación de su entorno para entender y satisfacer su curiosidad y necesidades. Todo esto convierte el biomimetismo en una disciplina inspiradora que merece ser estudiada y mejorada (sobre todo a nivel de accesibilidad y de costes).

Así pues, nuestra tarea como ingenieros es innovar para mejorar nuestra sociedad y sus necesidades, y una de esas necesidades que urge nuestra ayuda es el abastecimiento en energía que se debe acompañar de la conservación del medio ambiente, de reducir la contaminación y de ayudar a construir una sociedad más justa y igualitaria.

IV. LA FUSIÓN NUCLEAR: ITER

Dedicaremos estas líneas a hablar de un proyecto energético de lo más interesante y que nos toca a nosotros, ingenieros físicos, de muy cerca.

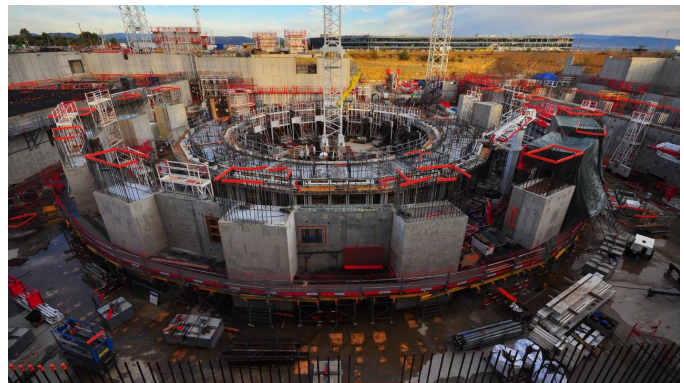
Este proyecto es la creación de una central de fusión nuclear, que ha requerido una cooperación internacional para su financiamiento ya que se sabe lo grandes que serán los beneficios para el planeta cuando se acabe el proyecto.

Ya hemos hablado hace poco de la reacción nuclear que se usa hoy en día para producir energía: la fisión. El principal problema de la fisión nuclear en sí es la creación de residuos radioactivos con un periodo de semidesintegración inmensos (como ahora el plutonio 240 con 6600 años o el neptunio 237 con 2.130.000). Esto conlleva la creación de cementerios nucleares totalmente herméticos y revestidos de plomo para evitar la fuga de radiación. Ninguno de estos procedimientos es no contaminante; además, las consecuencias de una fuga de radiación son terribles, como se ha podido presenciar en Chernóbil o en Fukushima). Y todo esto es solo en teoría, en la realidad la gestión de estos residuos o el impacto de la misma central en el medio suelen ser nefastos. ¿Que hace entonces que la fusión nuclear sea tan distinta?

Empecemos primero por explicar primero la fusión en sí. La fisión se basa en la división de un núcleo pesado (normalmente uranio 235, bastante raro y que se encuentra en minas, por lo tanto ya tiene un punto contra la ecología) que libera energía y otros núcleos más ligeros y radioactivos. La fusión usa el procedimiento contrario: une dos núcleos ligeros para formar uno más pesado; la reacción que emplea el Sol. La materia prima es mucho más simple: la reacción usa deuterio y tritio, isótopos del hidrógeno. El primero es muy abundante, se encuentran 33mg por litro de agua marina, en cuanto al tritio, éste se crea en el núcleo del reactor poniendo deuterio en contacto con un poco de litio (también abundante). El tritio es radioactivo, pero su periodo de semidesintegración es solo de 12,3 años. Además, aparte usar reactivos que no necesitan la destrucción del medio para su extracción, sus residuos dejarán de emitir una cantidad de radiación nociva tras un periodo de menos de 100 años (Source: <https://www.iter.org/mach/safety>).

El proyecto ITER es el proyecto europeo, pero con apoyo mundial (EE UU, Rusia, China, Japón, Corea, India...), de desarrollo de una central de fusión situado en el sur de Francia. Aún en construcción, sirve sobretodo para el diseño de reactores de fusión y como zona de pruebas para estas nuevas tecnologías. Lo más complejo para la realización de la fusión nuclear es que las condiciones en las que se deben encontrar los reactivos es a una temperatura cercana a la del sol y a una presión inmensa (se requieren 150 millones de °C).

La energía producida por una central de fusión sería, según las previsiones, las mismas que una central de fisión hoy en día, hecho no sorprendente dado lo innovadora que es esta tecnología y lo mucho que nos queda por descubrir. Un dato interesante es como el ITER hace hincapié en sus aspectos de seguridad y ventajas en su página web (que dejaré en referencias). El riesgo de explosión de una central de fusión es mínimo: el apagado del sistema de calentamiento del plasma haría que la reacción parase en segundos. El reactor está muy bien protegido para evitar la fuga del tritio por su carácter radioactivo y un evento como el de Fukushima es imposible ya que el reactor no se puede fundir (se apagaría el sistema de calentamiento ya que pasa por los bordes). La central, además, no podría convertirse en una “fábrica de armas” ya que todos los componentes que usan son muy comunes (al contrario de una central de fusión, que su materia prima puede ser convertida fácilmente en cabeza nuclear). Además, no emite CO₂. (Source: <https://www.iter.org/sci/Fusion>)



Fotografía del reactor de fusión de ITER

Otro de los beneficios del ITER es uno similar a todos los centros de investigación de alta tecnología: la innovación que se crea alrededor del proyecto que se puede luego aplicar a otros ámbitos de la sociedad (como una nueva forma de levitación magnética que podría ser utilizada por ejemplo en trenes, de una forma similar que se usa la tecnología Maglev en Shanghai para sus trenes de alta velocidad). Otra función del ingeniero es pues investigar como usar las tecnologías ya existentes en otros ámbitos.

Este proyecto es un proyecto muy interesante y muy cercano a nuestra carrera, que quiere abastecer a la

sociedad con una energía limpia y asequible y que ha conseguido contra todo pronóstico unir a diversos países en un proyecto en común por el bien de la humanidad. Esta clase de iniciativas nos recuerda que es posible crear un futuro mejor y sostenible y que los ingenieros somos una de las piezas esenciales para ese futuro.

Referencias:

- [1] *Renewables Energy Statistics* published by Eurostat at: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics
- [2] Página web oficial de Acciona, <https://www.acciona.com/es/sobre-acciona/>
- [3] *Potencia eólica instalada en España*, datos de la AEE: <http://www.aeeolica.org/es/sobre-la-eolica/la-eolica-en-espana/potencia-instalada/>
- [4] Hargroves, K. D. & Smith, M. H. (2006). *Innovation inspired by nature Biomimicry*.
- [5] *Handle with care*, an article written by Sabina Griffith about the safety measures at the ITER
- [6] Maglev explanation: <http://www.smtdc.com/en/gycf4.html>
- [7] *ITER y la energía de fusión*, artículo de Joaquín Sánchez publicado en el CSIC. http://www.fgcscic.es/lychnos/es_ES/articulos/iter_y_la_energia_de_fusion

L'Acció pel Clima i la Contribució d'un Enginyer Físic

Adam Teixidó Bonfill, Grau d'enginyeria física

Resum—El món necessita que regulem les nostres activitats per a continuar sent un lloc acollidor com és ara. Aquest article explica els perills que porta el canvi del clima, i que des dels governs s'ha pres acció per intentar reduir-ne els efectes. Ho han fet, d'entre d'altres, dins el context dels objectius del desenvolupament sostenible de la ONU, que han estat un esforç internacional en fer un món més humà. A més, tenint en compte que pertanyem al grau d'enginyeria física, s'intenta explorar quines iniciatives podem dur a terme per millorar el nostre impacte i defenses respecte el clima.

Index Terms—acció pel clima, actuació, canvi climàtic, CO₂, eficiència energètica, emissions, energies renovables, enginyeria, escalfament, física, objectius globals, ONU, resiliència, sostenibilitat.

I. INTRODUCCIÓ

L'acció pel clima és un dels Objectius globals per al Desenvolupament Sostenible, que els països de la ONU han acordat que seguiran per aconseguir un món més humà i sostenible l'any 2030. Aquests substitueixen els previs objectius del mil·lenni, que eren programats pel 2015, però que no s'han acabat de complir.

Els 17 objectius que proposen atenen tots els aspectes de la vida humana a la Terra, incloent també l'entorn on vivim i els altres éssers que ho fan amb nosaltres. Concretament, l'acció pel clima es centra en la lluita contra els efectes d'un dels problemes més grans que els humans hem causat de forma directa a través del nostre creixement descontrolat, el canvi climàtic.

II. PERILLS CAUSATS PEL CANVI CLIMÀTIC

Tal i com indiquen les mesures de la temperatura mitja de la Terra, aquesta ja ha pujat més de mig grau respecte la mitjana dels anys 1951 a 1980 (una època ben recent). De fet, l'any passat va presentar un rècord de 0.99°C d'increment [1]. I sembla que tot i que aturèssim les emissions de CO₂ ja serà complicat aturar aquesta pujada a menys de 2°C. Aquests 2°C és l'ambiciós objectiu que es van marcar gairebé tots els països en l'acord de París el 22 d'Abril de 2016, acord que també inclou un camí sobre com aconseguir-ho.

Aquest nombre, 2, pot semblar insignificant, però si ho comparem amb els efectes catastròfics que podria tenir una pujada de 5 o 6°C [3] (que és el màxim per a les previsions de

l'any 2100 al ritme actual), podem veure que arribar a un terç del camí ja ens pot ocasionar molts problemes.

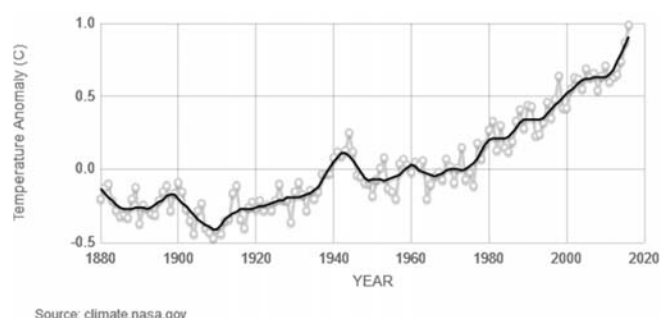


Fig. 1. Gràfic sobre la mesura de l'escalfament global part de la NASA. S'hi observa com durant una dècada (2003-2013) semblava que la temperatura es mantenia constant, això era degut a que els cicles naturals de la Terra compensaven el canvi creat pels humans [2], aquests últims tres anys però, la part freda del cicle s'ha acabat, i l'escalfament humà ha tornat i amb més força.

La part més destacada del problema no és aquest increment de temperatura, tot i que l'article comenci amb ell perquè és un indicador de la situació climàtica. Els efectes de l'escalfament global són uns altres i més devastadors del que sembla.

De fet ja s'estan notant els efectes, i els que es troben en una situació de misèria, que estan més desprotegits en front a aquests canvis, són els que ho pateixen més directament, en perdre les seves fonts de subsistència.

El primer afectat per el canvi del clima és l'agricultura, reduint la seva producció. Per cada grau d'increment, la collita de gra perd un 5% de la seva productivitat [3]. També es donen i es donaran més onades de calor, que ens poden afectar a nosaltres i al nostre bestiar, i més esdeveniments climàtics catastròfics: huracans, tempestes i inundacions (costeres o interiors), sequeres. Tot i que en algunes zones la precipitació pugui augmentar, en la majoria, com per exemple en el Mediterrani, la reducció de la precipitació per l'escalfament és un problema patent, agreujant o causant problemes d'accés a l'aigua i de menys producció agrícola, o incrementant els incendis, com es va veure a Rússia el 2010.

Un dels majors perills de l'escalfament global és que és una gran amenaça per a la biodiversitat. La ràpida aparició de noves condicions climàtiques creen un desplaçament ecològic sobtat. En els passats canvis climàtics de la Terra, les espècies (de tots els regnes, no només animals) han tingut milers d'anys per migrar a climes més adequats i per evolucionar i adaptar-

se. Amb el canvi actual de menys de 100 anys per a la majoria no hi ha possibilitats de salvar-se.

Uns dels més afectats fins al moment pel canvi climàtic són els ecosistemes marins. A més de l'escalfament de les aigües, l'increment de la concentració de CO₂ en l'atmosfera causa l'acidificació dels oceans. Tal i com va dir un membre del panell de canvi climàtic de la ONU, els esculls de corall (un ecosistema marí molt ric) en les regions d'aigües calentes ja es troben sota pressió, i en un escenari d'1,5°C de pujada, el 90% es trobarien en perill [5]. També els altres animals amb closca que viuen dins el mar, i que mengem, (cloïsses, musclos, petxines) veuen la seva població disminuïda per l'acidificació.

Els ecosistemes terrestres (dins dels quals s'inclouen tots els nostres cultius, que ja hem mencionat) també pateixen els efectes del canvi del clima. Alguns ecosistemes poden superar la seva capacitat límit de resistir els canvis i desmuntar-se, d'entre els exemples, el de major contrast és que les selves tropicals poden esdevenir deserts.

Aquell efecte que ha estat més mediàtic i un dels primers a fer-se visible, potser per la facilitat de la seva mesura i inapel·labilitat, és el desgel, tant dels pols com de les glaceres terrestres. I relacionat amb ell, l'increment del nivell del mar (el desgel no n'és l'única causa, un mar calent ocupa més volum, perquè com la resta de materials, es dilata). La consegüent invasió de la terra per part del mar produirà, i ja produeix desplaçaments de les poblacions costals i d'illes i petites regions insulars.

III. ACCIÓ PEL CLIMA

Els perills i la immediatesa del canvi climàtic justifiquen que s'han de prendre accions ràpides per solucionar el problema que representa per a la humanitat i la vida. D'altra banda, lluitar contra el canvi climàtic engloba molts aspectes dels objectius globals de desenvolupament, en alguns s'hi ha d'avançar per guanyar aquesta lluita i d'altres en surten beneficiats amb allò mateix que ajuda a pal·liar el canvi climàtic.

Tal i com es menciona en la pròpia web sobre l'acord de París [6], un acord fort sobre les accions que el canvi climàtic requereix servirà per aconseguir els Objectius de Desenvolupament Sostenible, ajudant a reduir la pobresa, i a construir economies més fortes i sanes. De fet, diuen que 12 dels 17 objectius estan directament involucrats en actuar per evitar els efectes del canvi climàtic, a més del propi objectiu 13 d'acció pel clima.

Així, el canvi climàtic s'assembla a un d'aquells enemics idealitzats, de pel·lícula, que representa tots els nostres problemes i contra el que hem d'estar tots units per fer-hi front.

Hi ha moltes iniciatives populars i d'organitzacions per donar suport a la mitigació del canvi climàtic, i per aconseguir que els polítics s'involucrin. Probablement, gràcies a aquestes organitzacions i a persones sensibilitzades, que han popularitzat els avisos de la comunitat científica, s'ha aconseguit que arribem a la situació actual en que els països han elaborat un pla d'acció, i a que millorar la situació actual es veu com una necessitat.

L'acció que s'ha de realitzar contra el canvi climàtic es pot apropar principalment des de dos fronts: la seva prevenció, i les mesures per pal·liar els seus efectes, incrementant la resiliència dels llocs més vulnerables.

A. Prevenció

La principal causa de l'escalfament global actual són les emissions de CO₂ i altres gasos d'efecte hivernacle, creats per la combustió de combustibles fòssils, que alimenten els nostres automòbils, tot tipus de transports, i també màquines i part de la generació d'electricitat. A través de tots els anteriors, la creació de CO₂ està directament involucrada en els productes que produïm i usem. Una menor font d'emissions és la crema de boscos per a fer cultius en zones poc desenvolupades.

Es poden aconseguir grans millores en la situació del canvi climàtic si canviem les nostres conductes, les de la nostra economia i les de les empreses. Es necessita invertir en la millora de l'eficiència energètica, tant de processos industrials, com dels productes en ser usats, aconseguir cases i edificis amb una alta eficiència energètica, i definitivament, si volem que l'increment de temperatura s'aturi en algun moment, aconseguir productes sense petjada de carboni.

De fet, en la carta sobre l'acció climàtica de la ONU [7], es calcula que la inversió combinada de inversió pública i privada en energies netes haurà d'arribar a un bilió (europeu, és a dir, 10¹²) de dòlars. A més s'hi ha d'afegir la inversió en aconseguir resiliència als efectes del canvi climàtic.

Es necessita en el fons una revolució tecnològica, un canvi en la fabricació de productes, el seu ús, i la seva reutilització i reciclatge, que són un dels millors aliats en reduir el cost energètic (conseqüentment d'emissions de CO₂) i el consum d'aigua, que és extensiu en pràcticament qualsevol cosa que consumim.

I com que hi ha un punt en el que ja no podem evitar usar energia, té una importància capital a la inversió mencionada abans en l'eficiència i usabilitat de les energies renovables. A curt o mitjà termini cal crear un mercat que faci les energies renovables accessibles a la població, i sense que presentin la majoria de problemes que en fan inviable l'ús actualment. Que se'n redueixi el preu, que en la seva fabricació s'usin productes no contaminants, i que l'emmagatzematge de l'energia que produeixen sigui un problema solucionat de forma satisfactòria, en resum, que les energies renovables siguin netes i sostenibles.

El paper que juguen en l'acció pel clima les institucions és que han de guiar aquest canvi, i donar suport i inversions, crear regulacions i iniciatives favorables a tots aquests canvis i contràries a la contaminació i abús energètic. Potser un dels problemes amb que s'haurien d'haver enfrontat fa temps és la millora del sistema de reciclatge, i assegurar-se de que els productes reciclats arribin a convertir-se en matèria prima novament i en bones condicions.

B. Resiliència

Els efectes del canvi climàtic ja estan entre nosaltres i en el futur creixeran encara que ens proposem evitar-los, així que

mentre la tecnologia no canviï el suficient com per ser capaçs de revertir el canvi climàtic, l'única possibilitat que tenim és mitigar-ne els efectes.

Així, s'ha d'invertir en la resiliència de les diverses societats humanes, a través de tots els factors que l'escalfament global afecta: la millora dels cultius, amb els nous mètodes genètics, la de les tècniques de regadiu i d'obtenció i distribució de l'aigua, que en conjunt contribuiran a pal·liar els efectes de sequeres i altres problemes climàtics, i millorar la productivitat i sostenibilitat de l'agricultura. Millorar les infraestructures de les zones costeres o amb perill d'inundació, la canalització dels rius, o ajudar al desplaçament lluny d'aquestes zones. Millorar l'atenció en esdeveniments catastròfics, sobretot en països amb menys capacitat de controlar-los, creant plans d'intervenció i ajuda davant de catàstrofes naturals, i millorant en la seva predicció.

Per concloure, som nosaltres, les actuals generacions, les que agreuem el problema del clima amb les nostres activitats diàries. Ho veiem en com les emissions han crescut més ràpidament entre l'any 2000 i 2010 que en cada una de les anteriors tres dècades. Així que l'acció que hem de prendre ha de ser ràpida, i els estalvis que aquesta ràpida intervenció pot produir són sorprenents. Segons la mateixa carta de la ONU anomenada abans[7], es predi que una inversió de 6 mils de milions de \$ en la reducció dels riscos dels desastres causats pel canvi climàtic durant els pròxims 15 anys pot evitar pèrdues futures de 360 mils de milions de \$.

IV. ACCIÓ DELS ENGINYERS FÍSICS

Nosaltres, com a enginyers físics, podem actuar directament en la millora de la situació climàtica, i per extensió, en els Objectius de Desenvolupament Sostenible. El primer que podem fer és millorar la conscienciació dels nostres companys i dels llocs on treballem.

Ja ara ens trobem en situacions en les que podríem influir, durant els mesos actuals les estufes de les diferents facultats (almenys les de telecomunicacions i les de matemàtiques) s'encenen tot i la calor que fa molts d'aquests dies de primavera, acabant de vegades les finestres i les estufes obertes. El problema pot venir del funcionament incorrecte dels termòstats o dels aparells que regulin la temperatura a les aules, o bé de que no hi ha prou conscienciació per part de la universitat i dels que elegeixen la temperatura a les aules. De fet, si ens involucrésim prou, nosaltres mateixos hauríem de reclamar que s'evitin aquestes situacions.

Ja dins el nostre futur professional, dins la vessant purament física trobem que podem proporcionar ajuda mitjançant la predicció del clima, amb la millora dels models que s'usen, i incloent nous models que permetin la predicció i prevenció d'esdeveniments climàtics catastròfics i sequeres.

D'altra banda, dins la ciència de materials, podríem millorar l'eficiència energètica dels edificis mitjançant la creació de materials nous, més aïllants.

També, tornant al tema inicial, podríem millorar diversos sistemes de control de la temperatura, o l'eficiència del repartiment de la calor en una casa.

Per a l'agricultura, tot i que eficiència d'alguns sistemes de regadiu existents sigui ja elevada, segur que hi ha possibilitat de millora, i sobretot per a les regions amb menys accés als sistemes més sofisticats (no parlant només dels països sense desenvolupament, sinó també en d'altres, com horts personals de qualsevol zona rural). El repartiment i distribució de l'aigua són també temes amb possible influència (per exemple, s'ha evitat l'evaporació de l'aigua com en alguns pantans amb boles negres), s'ha d'evitar el buidat dels aqüífers, i la possible posterior entrada d'aigua salina del mar, devastadora per a la vegetació, i per tant l'agricultura. Una perspectiva és que es pot estudiar la física del sòl, com es comporta, i com saber quan s'ha arribat a la capacitat límit d'extracció.

Un objectiu fonamental és aconseguir energies netes, eficients i que, com marquen altres objectius globals pel desenvolupament sostenible, siguin accessibles a llocs més desfavorits. I en aquest camp hi ha recerca activa en la física i enginyeria física. S'hi troba relacionat la invenció de materials més conductors de l'electricitat, per a millorar el seu transport, un candidat és el grafè, i es important trobar com fer que el seu procés de fabricació en doni de qualitat i en grans quantitats.

Per últim, a llarg termini, hi ha la investigació en l'energia de fusió. De fet, el prototip de reactor que doni un retorn d'energia ja s'està a punt de construir al sud de França, l'ITER.

Tot i aquesta llarga llista, que no és exhaustiva, els progressos més importants que puguem realitzar en l'acció climàtica seran a través de la col·laboració amb altres enginyers, fent projectes que incloguin varies disciplines i aportant-hi la sensibilització per la sostenibilitat. Per exemple, contribuint en la construcció d'aparells més duradors, i més adequats a les condicions d'ús. Per mencionar un altre cas proper a la carrera d'enginyeria física, els microones de la sala on els estudiants poden escalfar menjar estan sobre-usats, de manera que s'espantlen habitualment (o això sembla), segurament per l'excés de calor, i potser també pels intents de saber si funcionen dels propis estudiants.

Una solució en seria fabricar i usar per a la sala o llocs anàlegs uns microones capaçs de resistir l'ús continu, o com a alternativa, incrementar la quantitat de microones per repartir el seu ús o comprar microones amb una potència màxima més limitada, que no els sobreescalfi a ells, encara que tardin més a escalfar el menjar.

V. REFLEXIÓ

Una pregunta que sobrevé ràpidament després de llegir la proposta de l'ONU és: Serem capaçs d'aconseguir aquests ambiciosos objectius l'any 2030? Necessitem que algú resolgui aquests problemes (també tots i cada un de nosaltres ens hi hem d'implicar), és clar que construir un compromís és el primer pas, però posteriorment, hem de seguir les línies que ens hem marcat i construir el camí cap a la millora de la situació dels humans al planeta.

Que la gent conegui els objectius és altre un punt clau, que ajudarà amb total seguretat a fer-los avançar i a que hi hagi més compromís, social i polític. Com la pròpia campanya de

la ONU diu, servirà perquè no siguin oblidats, i perquè puguem convèncer els líders perquè es comprometin i inverteixin. Per això posen tant d'èmfasi en que es comparteixin per les xarxes socials (veiem aquí el gran poder que té internet en l'actualitat per a la comunicació).

A. Com Ens Involucra

Amb només l'activitat dels líders polítics, com han fet en la ONU no n'hi ha prou, les empreses, i cada un de nosaltres ha de contribuir. Hem d'intentar reduir la nostra petjada de carboni, i l'elecció més gran que fem i que la determina majoritàriament és en comprar productes. Una sèrie d'accions que podem fer són:

Buscar productes de proximitat, que no han estat transportats més enllà del propi productor en el mateix país, productes que no hagin usat components tòxics o causants de conflictes en la seva producció, ja estem donant una gran ajuda a la sostenibilitat i a l'acció pel clima.

Reduir l'ús que fem dels aparells electrònics, tenir-ne el mínim nombre d'ells a casa, apagar-los quan no els usem i evitar renovar-los si no és una qüestió de necessitat. Que tinguin, a més, una marca d'eficiència elevada.

Donar suport, encara que sigui de boca en boca a les tecnologies renovables, i a la investigació en elles.

En general, no comprar productes que no necessitem és la millor elecció de totes.

I serien dues grans victòries evitar la obsolescència programada i assegurar-nos del bon reciclat dels productes. I hem de fer públic si no es fa així, però no des del punt de vista de no cal reciclar, amb l'actitud de que com que després acaba tot en un abocador, no cal reciclar bé perquè no ajuda en res, el qual és una actitud que potser ve justificada per la mandra, l'excés de comoditat, o la manca de consciència, sinó el contrari, hem de reforçar l'actitud del reciclatge, i demanar que els productes es reciclin adequadament.

Aquesta mena de millores en sostenibilitat s'han de demanar també a les empreses, perquè es fixin i regulin que els seus productes siguin sostenibles, si es volen mantenir en el mercat.

Finalment, tal i com he començat aquesta reflexió, la resposta al canvi climàtic ha de ser més ràpida del que ens l'estem prenent, o sigui que, els ambiciosos objectius que la ONU s'ha proposat són justificats, ja que les mesures que s'han de prendre per eradicar el problema han de ser ambicioses també, i l'actuació ha de ser immediata.

Podem veure, com he mencionat repetidament, que el canvi climàtic és una cosa actual, i que ja està passant ara, en que un model fet l'any passat diu que amb l'actual estratègia procreixement a la que donen suport els governs del món, pel 2020 ja es podria arribar als 1.5°C [8] (i després continuar amb l'augment). Trencant totes les expectatives de que, en el millor cas, amb l'acord de París els països que van firmar-lo aconseguirien limitar el creixement de la temperatura a 1.5°C.

Al cap i a la fi, el que el món necessita és que prenguem la iniciativa, i que no ens acomodem en el nostre petit món fins que tot el que hem causat se'ns tiri a sobre.

VI. APÈNDIX

A. Constants vitals del planeta

En aquesta pàgina web: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/> es presenten els gràfics actualitzats fins al present que mostren “les constants vitals del planeta”, la seva temperatura, la concentració de CO₂, el desgel, i l'increment del nivell del mar, per part de la NASA. Així que és una font fiable que ens permet, saber com es troba el nostre planeta visualment i “en directe” (els canvis es produeixen en una escala temporal gran, encara que no tant gran com per estar tranquils).

REFERÈNCIES

- [1] Global Climate Change. Vital Signs of the Planet. NASA. USA. Available: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- [2] Caitlyn Kennedy. (2013, November 8). Why did Earth's surface temperature stop rising in the past decade?. *National Oceanic and Atmospheric Administration. US*. Available: <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/why-did-earth%E2%80%99s-surface-temperature-stop-rising-past-decade>
- [3] Catherine Brahic. (2007, February 2). The impacts of rising global temperatures. *The new scientist*. Available: <https://www.newscientist.com/article/dn11089-the-impacts-of-rising-global-temperatures/>
- [4] Todd Woody. (2014, June 2). Meet the New Symbol of Climate Change. *Takepart*. Available: <http://www.takepart.com/article/2014/06/02/epa-limits-coal-emissions>
- [5] UN News Centre. (2017, March 23). Research shows link between temperature rise, human influence. *United Nations. Sustainable Development Goals*. Available: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2017/03/research-shows-link-between-temperature-rise-human-influence/>
- [6] Paris Agreement Signing Ceremony – 22 April 2016. *United Nations. Sustainable Development Goals*. Available: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/parisagreement22april/>
- [7] Climate action: why it matters. *United Nations. Sustainable Development Goals*. Available: http://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2016/08/13_Why_it_Matters_Climate_Action_letter_si ze_1p.pdf
- [8] L. Wagner, I. Ross, J. Foster, B. Hankamer. (2016, March 9). Trading Off Global Fuel Supply, CO₂ Emissions and Sustainable Development. *Plos One*. Available: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0149406>
- [9] Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts. *United Nations. Sustainable Development Goals*. Available: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change-2>

Objectius de Desenvolupament Sostenible.

Objectiu 17: Aliances per a assolir els objectius

Arnau Torrens Dinarès

En aquest article parlarem sobre els Objectius de Desenvolupament Sostenible, més concretament sobre l'objectiu número 17 que parla sobre les aliances per a assolir els objectius. Tot plegat ho comentarem des del punt de vista de l'enginyeria i el paper primordial que aquesta té a l'hora d'assolir els ODS.

I. INTRODUCCIÓ

Com a producte de les desigualtats entre les persones i la necessitat de viure en un món més sostenible naixeren els Objectius de Desenvolupament del Mil·lenni (ODM) que van caducar el 2015 i que van ser substituïts pels Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS), 17 objectius per contribuir al desenvolupament sostenible de la societat i les comunitats de la Terra. La gran diferència entre ells és que els ODM van ser creats per un grup d'experts mentre que els ODS van ser fruit d'una negociació entre 193 països i la participació de la societat civil. D'altra banda, els ODM es concentraven més en els problemes socials i, en canvi, en els ODS s'hi aborden tots els elements de desenvolupament sostenible com el creixement econòmic, la inclusió social i la protecció del medi ambient.^[1] Els ODS engloben 17 objectius des de l'eradicació de la pobresa i la fam, salut i educació de qualitat, igualtat de gènere, aigua potable, l'ús d'energies renovables, sostenibilitat de les comunitats, pau i justícia entre d'altres i un dels passos per aconseguir tot això és l'últim objectiu, l'objectiu número 17: Aliances per a

assolir els objectius, o el que és el mateix, la unió dels països i els ciutadans i ciutadanes per poder arribar a complir aquests objectius. Els ODS són vàlids fins el 2030 i s'espera haver fet grans avenços respecte aquests objectius quan arribi aquesta data. En aquest article parlarem del paper que l'enginyeria i els enginyers i enginyeres tenen a l'hora d'assolir aquests objectius, més concretament, l'objectiu 17 esmentat anteriorment.

II. OBJECTIU 17

Com hem comentat abans l'objectiu 17 té com a meta l'aliança entre tots els països i comunitats per assolir els objectius proposats, és a dir, es necessiten totes les persones, tots els éssers humans, per poder complir aquests objectius i és necessari que estiguin units per aconseguir aquesta meta. Des del punt de vista de les enginyeries, un dels mètodes pels quals es podria assolir aquest objectiu és facilitar la comunicació entre les persones, aconseguir que dues persones de qualsevol lloc del món es puguin comunicar de manera fàcil a través d'algun dispositiu per exemple és una de les fites aconseguides per l'enginyeria i que ha

pogut servir per facilitar aliances a l'hora de fer projectes comuns entre persones de llocs diferents. L'objectiu 17, d'alguna manera, és l'objectiu que conclou els ODS i que marca la pauta de com s'han d'aconseguir aquests, comunament amb l'ajuda de totes les persones ja que aquests objectius ens afecten a tots i totes i els hem d'assolir junts i juntes com a éssers humans i com a persones.

III. CONTRIBUCIONS

L'enginyeria, com la resta d'àmbits, té un paper important pel que fa al compliment d'aquests objectius. Algunes de les contribucions que pot fer són les següents:

A. COMUNICACIÓ ENTRE CIUTADANS/ES

Potser la contribució més òbvia i que fins i tot hem esmentat breument en l'apartat anterior és aquesta. L'avenç constant en la comunicació entre persones pot ajudar molt a crear aliances ja que actualment és relativament fàcil i ràpid comunicar-se amb qualsevol persona del món per lluny que estigui gràcies a Internet i la creació de certs dispositius electrònics que contribueixen a la comunicació. L'any 2016, es van vendre a tot el món 440.2 milions de dispositius incloent orinadors de taula, portàtils i tauletes^[2] i 1,495.4 milions de telèfons mòbils^[3] evidenciant així una necessitat de comunicació entre els humans. Aconseguir aquesta comunicació fàcil i senzilla ha estat sempre un objectiu dels humans i de l'enginyeria que cada cop sembla més a prop de tothom. Un cop assolit això, la comunicació per

a aliances per objectius comuns ha sigut més evident ja que hi ha molts equips d'investigació formats per diferents persones de diferents països, gèneres, races i ètnies que treballen conjuntament amb un objectiu comú.

B. PROMOURE ESTADES A L'ESTRANGER

Un altre aspecte que pot contribuir al compliment de l'objectiu 17 són les estades a l'estranger que molts alumnes fan cada any, ja sigui per cursar un any de carrera, un màster o el doctorat, amb la intenció de formar-se en algun altre lloc amb un altre ambient. Aquestes estades provoquen una necessitat a l'estudiant, en aquest cas a l'enginyer o enginyera, de comunicar-se amb gent nova d'un altre lloc del món amb la seva pròpia cultura i costums fent així que l'estudiant aprengui com viuen altres cultures a la vegada que fa amics nous i contactes a altres parts del món. D'aquesta manera, es promou la connexió entre persones de diferents llocs del món que pot acabar resultant en grans col·laboracions i grans projectes contribuint així a fer projectes amb un desenvolupament sostenible conjuntament tot assolint els Objectius de Desenvolupament Sostenible.

C. FOMENTAR PROJECTES ENTRE PERSONES I ENTITATS DE DIFERENTS PAÏSOS

Un cop superades les estades a l'estranger amb finalitats educatives, toca centrar-se més en mantenir el contacte amb altres països ara des del punt de vista laboral. Les col·laboracions entre empreses i grups d'investigació de

diferents països i nacionalitats és vital per aconseguir els ODS. Aquestes col·laboracions poden portar a encara més col·laboracions amb més països diferents i totes elles amb l'objectiu comú d'assolir els seus objectius de manera sostenible i a favor d'un desenvolupament sostenible. Resumit en poques paraules, crear aliances per a assolir els objectius. Mantenir una relació cordial i amb ganes de fer del món un lloc millor per tots i totes és vital per aconseguir els objectius i és una feina de tothom. Una bona relació entre persones de diferents nacionalitats i ètnies és primordial per a què els ODS passin de ser objectius a ser fets.

IV. CONCLUSIONS

Primer, com hem pogut observar l'enginyeria té un paper molt important a l'hora d'assolir els Objectius de Desenvolupament Sostenible però no és l'únic àmbit que el té, tots els àmbits són molt importants per poder aconseguir aquests objectius.

En segon lloc, un dels mètodes per aconseguir fer tot això és la comunicació entre persones de llocs molt diferents del món i l'enginyeria ha ajudat molt en aquest aspecte aportant aparells capaços de facilitar aquesta comunicació.

Tercer, una altra manera força efectiva d'assolir els ODS i, en especial, l'objectiu 17 és fomentant projectes internacionals i col·laboracions entre diferents grups d'investigació per seguir desenvolupant fer-ho de forma sostenible.

Finalment, assolir els Objectius de Desenvolupament Sostenible és feina de tots i cadascun dels éssers humans i l'única forma d'aconseguir complir-los tots és treballar de forma conjunta, anar tots a una i unir forces per fer del món tal i com el coneixem ara un lloc millor per nosaltres i per les futures generacions.

REFERÈNCIES

- [1] https://ca.wikipedia.org/wiki/Objectius_de_Desenvolupament_Sostenible
- [2] <https://www.statista.com/statistics/272595/global-shipments-forecast-for-tablets-laptops-and-desktop-pcs/>
- [3] <https://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-end-users-since-2007/>

UNO DE LOS OBJETIVOS DEL MILENIO: SALUD Y BIENESTAR

De la ingeniería a la salud y el bienestar de la población

Abstract - La Salud y el Bienestar de todas y todos es un peldaño crucial en el Desarrollo Sostenible y, por tanto, es uno de los Objetivos del Milenio propuesto por las Naciones Unidas. En este artículo veremos cómo la ingeniería puede contribuir a alcanzar esta meta.

Cooperación para el desarrollo

La cooperación implica el beneficio mutuo de las personas que intervienen.

Es por este motivo que debemos entender la cooperación como un enriquecimiento entre ambas partes y siempre tener como objetivo su promoción.

Los proyectos de cooperación pretenden garantizar la salud y el bienestar de la población promoviendo la convergencia del nivel de vida de los diferentes países, entre otros objetivos.

Actualidad

La situación es peor que hace diecisiete años, cuando se fijaron los Objetivos del Milenio.

Uno de los muchos objetivos es erradicar la miseria del Tercer Mundo ante la denuncia de la persistente pasividad de los países desarrollados.

Se habla de pérdida de tiempo, de una crisis alimentaria hoy reavivada, de la necesidad de cambiar y actualizar el comercio internacional y las finanzas...

Ingeniería y cooperación para el Desarrollo Sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible se anunciaron en el año 2000 y pretenden ser un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad.

A continuación, en la figura, podemos ver anunciados los diecisiete Objetivos del Desarrollo Sostenible. Todos ellos promueven la cooperación y la mayoría de estas mejoras pueden ser implementadas a través de la ingeniería [1].



Uno de los puntos en los que la ingeniería puede aplicarse a la cooperación es en la construcción de una sociedad internacional más justa mediante el desarrollo de proyectos.

La ingeniería permite la intervención en todas las fases, desde la idea y la concepción del proyecto hasta la implementación de éste en el terreno. Siempre con la finalidad de que la idea o ilusión inicial puedan ser útiles en las regiones en vías de desarrollo.

Existen muchos proyectos de ingeniería enfocados a cumplir estos Objetivos del Desarrollo Sostenible. En este artículo nos centraremos en uno de ellos: 'Salud y Bienestar'.

Salud y Bienestar como Objetivo del Milenio

Los Objetivos del Milenio promueven una actuación unificada

El Objetivo del Milenio acerca de la Salud y el Bienestar recae sobre tres grandes pilares que también se proponen mejorar como Objetivos del Desarrollo Sostenible.



Esta estrecha relación entre los diferentes objetivos permite una implementación mucho más eficaz. Pues es necesaria una buena alimentación, el acceso a agua potable y la igualdad entre personas para poder desarrollarse en un entorno que promueva el bienestar de la población. Veamos cómo estos tres pilares contribuyen a la salud y el bienestar [2]:

HAMBRE CERO. El hambre extrema y la malnutrición siguen siendo un enorme obstáculo para el desarrollo sostenible y constituyen una trampa para el bienestar de la población puesto que el no tener acceso a alimento impide gozar de buena salud. El hambre y la malnutrición hacen que las personas sean menos productivas y más propensas a sufrir enfermedades, por lo que no suelen ser capaces de aumentar sus ingresos y mejorar sus medios de vida. Hay casi 800 millones de personas que padecen hambre en todo el mundo, la gran mayoría en los países en desarrollo.

AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO. La escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria, las opciones de medios de subsistencia y en la salud de la población.

El acceso a agua, saneamiento e higiene es un derecho humano y, sin embargo, miles de millones de personas siguen enfrentándose a diario a enormes dificultades para acceder a los servicios más elementales. Aproximadamente 1.800 millones de personas en todo el mundo utilizan una fuente de agua potable que está contaminada por restos fecales. Unos 2.400 millones de personas carecen de acceso a servicios básicos de saneamiento, como retretes y letrinas.

REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES. Las desigualdades basadas en los ingresos, el género, la edad, la discapacidad, la orientación sexual, la raza, la clase, el origen étnico, la religión y la oportunidad siguen persistiendo en todo el mundo, dentro de los países y entre ellos. Las desigualdades amenazan el desarrollo social y económico a largo plazo, afectan a la reducción de la pobreza y destruyen el sentimiento de plenitud y valía de las personas.

Mientras que los dos primeros pilares afectan directamente a la salud de las personas, y esto tiene un efecto negativo en el bienestar, este último pilar afecta directamente al bienestar de la población.

Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos es fundamental para lograr el desarrollo sostenible y es imprescindible para la construcción de sociedades prósperas.

A lo largo del tiempo se han obtenido grandes progresos en relación al acceso a agua limpia y potable, saneamiento, la reducción de la malaria, la tuberculosis, la poliomielitis y la propagación del VIH/SIDA. También se han logrado grandes avances en el aumento de la esperanza de vida y la reducción de algunas de las causas de muerte más comunes relacionadas con la mortalidad infantil y materna. Todas estas mejoras suponen una gran contribución al desarrollo pero, sin embargo, se necesitan muchas más iniciativas para erradicar por completo una amplia gama de enfermedades y hacer frente a numerosas y variadas cuestiones persistentes y emergentes relativas a la salud y al bienestar de la población. Todavía persisten desigualdades en el acceso a la asistencia sanitaria.

Cada año siguen muriendo más de 6 millones de niños menores de 5 años, y solo la mitad de todas las mujeres de las regiones en desarrollo tienen acceso a la asistencia sanitaria que necesitan. Epidemias como el VIH/SIDA medran donde el miedo y la discriminación limitan la capacidad de las personas para recibir los servicios que necesitan a fin de llevar una vida sana y productiva [2].

Veamos algunos datos de las Naciones Unidas para concienciarnos de la importancia de la salud y el bienestar para todos:

Salud infantil

- Seis millones de niños siguen muriendo antes de cumplir los cinco años cada año.

- A pesar de los progresos mundiales determinados, una proporción creciente de las muertes infantiles se encuentran en África Subsahariana y Asia Meridional. Cuatro de cada cinco muertes de niños menores de cinco años se producen en estas regiones.

- Los niños nacidos en la pobreza tienen casi el doble de probabilidades de morir antes de cumplir cinco años que los de familias más ricas.

Salud materna

- La tasa de mortalidad materna en las regiones en desarrollo es aún 14 veces mayor que en las regiones desarrolladas.

- Sólo la mitad de las mujeres en las regiones en desarrollo reciben la cantidad recomendada de atención médica que necesitan.

- Menos adolescentes están teniendo niños en la mayoría de las regiones en desarrollo, pero los progresos se han ralentizado. El gran aumento en el uso de anticonceptivos en la década de 1990 no se dio en la década de 2000.

El VIH/SIDA

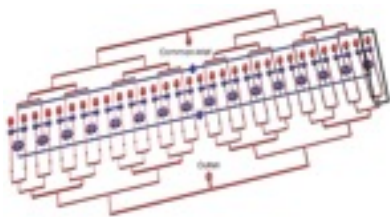
- Se estima que en 2013 se produjeron 2,1 millones de nuevas infecciones por el VIH.

- El número de personas que vivían con el VIH era de unos 35 millones a finales de 2013.

- En ese mismo año, 240.000 niños resultaron infectados por el virus.

- El VIH es la principal causa de muerte entre las mujeres en edad reproductiva en todo el mundo. El SIDA es hoy la principal causa de muerte entre los adolescentes (de 10 a 19 años) en África y la segunda más común entre los adolescentes a nivel mundial [3].

Después de esta contextualización en Salud y Bienestar, veremos como la ingeniería puede contribuir al desarrollo entorno a este ámbito.



INGENIEROS PARA LA DETECCIÓN A BAJO COSTE

La actuación de la ingeniería en la elaboración de estos dispositivos es clave para que la detección a bajo coste continúe en un futuro evolucionando.

Personalmente creo que uno de los motivos por los cuales decidí estudiar Ingeniería Física fue las herramientas que te ofrece la carrera para contribuir en proyectos como el descrito en este artículo. La ingeniería para el desarrollo es, en mi opinión, uno de los ámbitos que más debería promoverse.

Desde el grado en Ingeniería Física obtenemos una sólida formación en ámbitos como la nanotecnología y la biología que nos podría ser útil para el diseño y la promoción de estos nuevos métodos de diagnóstico contribuyendo así a mejorar la salud y el bienestar de la población.

Creo que opciones importantes como esta no se ofrecen en todas las formaciones.

Los conocimientos que ofrece Ingeniería Física en desarrollo sostenible son necesarios para la construcción de sociedades más justas y prósperas.

Point-of-care Test:

Detección a bajo coste: El VIH en el Tercer Mundo

Cada año, mueren cerca de 5 millones de personas infectadas por el VIH/SIDA. Además, otras infecciones transmitidas por vía sexual son responsables de cientos de miles de muertes. La cura y el control de enfermedades como el VIH son necesarias para garantizar la Salud y el Bienestar de la población [3].

Diagnósticos simples, precisos y estables son esenciales para combatir estas enfermedades, sin embargo, por lo general, están fuera del alcance de aquellos que más lo necesitan.

Tradicionalmente tenemos la sensación que para un buen diagnóstico y un tratamiento efectivo se requieren grandes infraestructuras como hospitales o laboratorios. Sin embargo, en los últimos años, se están desarrollando nuevas técnicas para agilizar el tratamiento de las enfermedades que afectan a los países en vías de desarrollo sin depender de grandes infraestructuras sanitarias.

El objetivo es encontrar análisis médicos de bajo coste que sean capaces de procesar los datos y proveer los resultados casi al instante. Estos sistemas de diagnóstico reciben el nombre de *Point-of-care Test (POCT)* y son una gran avance para acceder a lugares donde la red sanitaria es todo un reto. Al poder obtener los resultados de forma rápida, estos sistemas permiten que el diagnóstico o la intervención se realice desde el primer encuentro clínico [4].

La heterogeneidad de los sistemas POCT es muy amplia. Para la intervención en países en vías de desarrollo nos interesa que se traten de dispositivos muy baratos y fáciles de transportar. Grandes ingenieros y ingenieras, así como científicas y científicos se dedican a mejorar estos métodos de diagnóstico y a abaratar los costes de producción que siempre se suponen inferiores en el caso de una producción en masa.

La comunidad científica demuestra que es capaz de ensamblar los métodos de detección más punteros en dispositivos de bajo coste. Sin embargo, para erradicar las enfermedades en los países en vías de desarrollo, hace falta también una inversión constante, voluntad política, un acuerdo entre el sector público y privado, nuevas formas de financiación y un esfuerzo liderado por las necesidades médicas.

La empresa *MEDMIRA*, de origen canadiense, comercializa sus test de diagnóstico de VIH y hepatitis C que ofrecen resultados de manera instantánea. La compañía provee sus dispositivos a hospitales, laboratorios, clínicas y particulares [5].

Pensemos en muchos de nuestros ingenieros y ingenieras desarrollando estas técnicas de detección del VIH a bajo coste. Podemos imaginar fácilmente la gran contribución a la cooperación para el desarrollo que esto supondría.

El desarrollo en este ámbito implicaría la mejora de la calidad sanitaria en los lugares donde esta atención es muy necesaria y un aumento notable del bienestar de la población como consecuencia.

Otro ejemplo más de cómo la ciencia y la ingeniería se complementan para contribuir a superar los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

Un mundo con un estrecho lazo entre ciencia, tecnología, sostenibilidad, igualdad y sociedad es posible.

REFERENCIAS

[1] United Nations, Available:

<http://www.un.org/es/millenniumgoals/>

[2] E-saludable, 'La salud y bienestar son el tercer Objetivo de Desarrollo Sostenible'. Available:

<http://www.e-saludable.com/empresa-saludable/salud-y-bienestar/>

[3] ONU, Available:

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>

[4] Mayo Clinic, 'Current & Future Applications of Point of Care Testing'. Available:

<https://wwwn.cdc.gov/cliac/pdf/addenda/cliac0207/addendumf.pdf>

[5] Company MEDMIRA, Available:

<http://medmira.com/company>

La Igualtat de Gènere en l'Enginyeria Física i Altres Estudis Tècnics. Dades, Reflexions, Propostes.

Sandra Wells Cembrano

I. INTRODUCCIÓ

En cinquena posició dels disset objectius del mil·lenni es troba aconseguir la igualtat entre els gèneres i apoderar a totes les dones i les nenes. Aquest objectiu conté nou metes concretes, de les quals es consideren com a directament relacionades amb el grau d'enginyeria física els tres següents:

1. Posar fi a totes les formes de discriminació contra totes les dones i les nenes a tot el món
2. Millorar l'ús de la tecnologia instrumental, en particular la tecnologia de la informació i les comunicacions, per promoure l'apoderament de la dona
3. Aprovar i enfortir polítiques encertades i lleis aplicables per promoure la igualtat entre els gèneres i l'apoderament de les dones i les nenes a tots els nivells.

En aquest article es proporcionen dades i reflexions sobre la discriminació del sexe femení (meta 1) en el grau d'enginyeria física i altres del mateix àmbit, partint de les proporcions de noies i nois matriculats en el grau i en altres estudis tècnics i les raons a les quals s'atribueix la majoria de nois en aquests resultats. Es comenta també com es pot contribuir a l'assoliment de l'objectiu a través del bon ús dels mitjans de comunicació, considerant si el grau d'enginyeria física fa ús de la seva pàgina web com a eina de comunicació responsable de promoure la igualtat en aquests estudis (meta 2). Finalment, es mostra com les desigualtats entre dones i homes persisteixen més enllà dels estudis universitaris en el món laboral, i propostes de canvi (meta 3).

II. LA DESIGUALTAT ENTRE DONES I HOMES CURSANT ENGINYERIA FÍSICA I ALTRES ESTUDIS TÈCNICS

En els estudis d'enginyeria física es veu una clara diferència entre el nombre de noies i el nombre de nois. Tot i que la proporció de noies varia amb els anys, no ha superat mai el terç dels alumnes matriculats¹. Aquestes dades són consistents amb el cas general de Catalunya: l'any 2007 (últimes dades disponibles), es van titular en l'àmbit tècnic a les universitats catalanes 1.063 dones d'un total de 10.353 (10.3%) i 2.457 homes d'un total de 7.205² (34.1%); i amb el global: l'any 2016, de totes les dones graduades, un 16% ho van fer en

l'àmbit de les STEM, envers un 30% dels homes³. Qualitativament és evident que hi ha una gran diferència entre la proporció de dones i d'homes que escullen cursar estudis tècnics.

L'accés als estudis tècnics no distingeix entre sexes. Per tant, no es tracta d'una discriminació directa sobre les noies acceptades als estudis. Es tracta, doncs, d'algun altre tipus de discriminació?

III. LA CERCA DE LA CAUSA D'AQUESTA DESIGUALTAT

A. Capacitats intrínseques en el sexe

Durant molts anys s'ha intentat trobar la raó d'aquesta diferència. Molts estudis asseguren que es tracta de diferències genètiques entre els dos sexes⁴, assegurant tres diferents diferències: en primer lloc, que dones i homes estan predisposats des de naixement a aprendre coses diferents: els nens aprenen sobre objectes i relacions mecàniques, mentre que les nenes aprenen sobre persones, emocions i relacions personals; en segon lloc, que els nens i homes tenen una habilitat cognitiva superior per al raonament matemàtic (i les dones pel verbal³); i en tercer lloc, suposant una habilitat cognitiva igual per a ambdós sexes, que el rendiment masculí en estudis que requereixen raonament matemàtic és major en homes que en dones. Aquestes afirmacions, de la mateixa manera que s'han demostrat, també s'han desmentit⁵, tant amb estudis que mostren resultats oposats com demostracions de la manca de rigor en els estudis que afirmen aquestes desigualtats.

Es conclou, doncs, que la raó de la diferència entre dones i homes en estudis tècnics no recau en la una predisposició intrínseca cap a un tipus concret de coneixement ni en la superioritat d'habilitats d'aprenentatge o rendiment en estudis amb raonament mecànic i matemàtic.

Donades les mateixes capacitats per cursar estudis tècnics, les trajectòries de dones i homes són ben diferents. Descartada la possibilitat que la preferència o no d'estudis tècnics vingui intrínseca en el sexe, queda considerar els factors que, al llarg de l'educació de les persones puguin crear aquesta diferència en les trajectòries.

B. El factor social: la feminitat tradicional

S'ha estudiat que la trajectòria d'una dona tendeix a ser més influenciable per rols socials preestablerts, relacions personals i responsabilitats que la dels homes⁶. Tradicionalment, el rol femení en la societat ha estat definit per la feina del marit i la cura dels fills i els ancians de la família. Aquestes assumpcions socials generen una major probabilitat que la dona vegi interrompuda la seva trajectòria professional no només pel fet que tenir aquestes responsabilitats impedeix la possibilitat de dedicar-s'hi de la mateixa manera que un home, sinó també perquè es presenta com una opció socialment acceptada que la dona depengui econòmicament del seu marit. Per tant, una dona està influenciada pel seu tradicional rol social de cura i tracte amb persones en el moment d'escollir la seva trajectòria (la qual cosa podria explicar, per exemple, que un 10,5% de les dones graduades a Catalunya l'any 2007 envers un 4,4% dels homes ho fessin en l'àmbit de les ciències de la salut, i un 51,2% de les dones envers un 39% dels homes en les ciències socials¹), així com pel fet que el pes de les responsabilitats de cura de la família i la manca de tradicional responsabilitat econòmica podria suposar una menor predisposició a persistir en estudis que requereixen una gran dedicació i dificultat.

És interessant llegir estudis que demostrin l'efecte dels estereotips de gènere sobre els resultats de dones i homes en proves de matemàtiques difícils⁷. Aquest és l'anomenat "sostre de vidre", la barrera que limita l'ascensió educativa i professional de les dones (o altres minories) que, com s'entén amb el nom, és invisible: les limitacions no són expressives, clares o evidents, sinó que costa d'identificar-les perquè es presenten de manera subtil, amagada. En aquest cas, es tracta d'estereotips i imposicions de qualitats i característiques segons el gènere, que s'atribueixen com a intrínseques sense ser-ho. Tot i no ser necessari, no hi ha millor manera que la de ser dona per trobar evidència de les imposicions sobre el sexe femení de pertànyer a un col·lectiu agrupat sota el concepte de feminitat. Aquest engloba atributs, comportaments, interessos, estètiques, rols i expectatives que hem portat a associar amb ser dona durant el procés de socialització. En la socialització del rol de gènere, les nenes i dones internalitzen allò que és esperat i acceptable com a femení, sentint-se remunerades com a comportades de manera apropiada⁸.

Dins del que es considera, sota aquesta definició, femení, no es troba l'interès en les enginyeries i ciències físiques⁹ ni, per consegüent, la capacitat de dedicació professional a aquestes. La manera de viure aquestes imposicions i l'alliberament d'aquestes és ben diversa i subjecta a l'experiència subjectiva de cada persona. Per a aquest cas concret es proposen dues actituds diferents: la primera, afirmar que l'interès per aquest tipus d'estudis no s'hauria de contradir amb el concepte de feminitat, de manera que l'estudi d'enginyeries i ciències físiques esdevingués acceptable en una dona femenina i, la segona, acceptar que la definició tradicional de feminitat no inclou l'estudi d'enginyeries i ciències físiques i, alhora, afirmar que la dona no té com a qualitats intrínseques les imposades per aquesta definició, de manera que els estudis, sense ser acceptats com a femenins, sí fossin acceptats com a

propis de dones. La tria entre aquestes actituds es pot veure influïda pel nivell en què els atributs personals de cada dona s'ajusten als del concepte de feminitat, el qual pot ser molt alt o molt baix i, com a conseqüència, pot portar a nivells baixos o alts en l'estudiada escala d'estrès de feminitat subjectiva⁷.

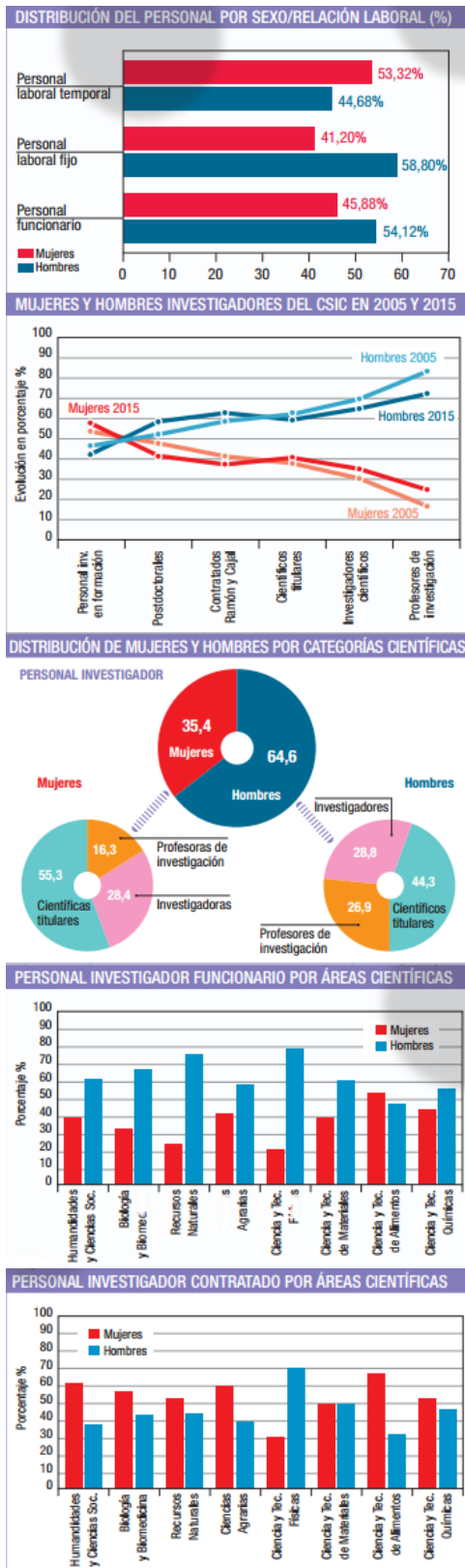
C. Influenciabilitat

Les persones tendim a imitar aquells individus que ens atrauen per les seves actituds, qualitats i eleccions, i els prenem com a models en quatre etapes: observació, interpretació, motivació i actuació⁵. Se'ns presenten com a models de conducta connexions personals al llarg de les nostres vides i persones mostrades als mitjans de comunicació. L'actual ideal de feminitat es veu reflectit, per tant, en aquests models de conducta.

S'ha estudiat que presentar dones científiques com a models de conducta és beneficiós tant per dones com per homes i, per tant, durant dècades s'ha proposat com a mètode per augmentar el nombre de noies cursant estudis científics i tècnics⁵. Fer servir els mitjans de comunicació per atribuir a la dona el poder de perseguir trajectòries en aquest àmbit pertany a la meta 2 citada a l'inici d'aquest article, inclosa dins del cinquè objectiu del mil·lenni. Com a exemple, es considera la pàgina web d'enginyeria física. Conté tota una sèrie de vídeos dels seus estudiants, entre els quals es mostra un gran nombre de noies¹⁰. Una estudiant que consideri cursar aquests estudis hi trobarà diversos models de conducta a seguir. Tot i així, el nombre de noies segueix sent major: no s'ha dut a terme una priorització de dones sobre homes: no s'ha realitzat una discriminació negativa, però tampoc una discriminació positiva. Més endavant es parla més d'aquest concepte.

IV. LA CONTINUACIÓ DE LA DESIGUALTAT AL MÓN LABORAL

Les desigualtats de dones i homes en l'àmbit tècnic persisteixen en el món laboral. Les gràfiques de la figura 1 mostren que aquesta desigualtat és immensa i molt major a la de la resta d'àmbits i que afecta també al tipus de contracte de la persona.

Fig. 1. Estadístiques de la comissió de dones i ciència del CSIC de l'any 2015¹¹.

A. Causes, mesures

En el moment de contractar una dona, entra en joc el fet que s'espera que aquesta tindrà fills i, per tant, una baixa de maternitat. Sens dubte, això suposa una interrupció de la trajectòria professional. Dones i homes es troben en aquest sentit en una gran desigualtat de condicions. L'astrofísica nordirlandesa Jocelyn Bell explica en una entrevista¹² com la seva vida laboral es va veure afectada per ser dona i per tenir una família, i assegura que la manera que dones i homes puguin competir en igualtat de condicions és la baixa de paternitat: "Els nens no solament els han de cuidar les mares, sinó també els pares. Finlàndia és un exemple. Quan tenen un nen, tots dos pares tenen una baixa de 12 mesos entre els dos. El pare ha de prendre tres mesos, la mare tres mesos i la resta se'ls distribueixen al seu gust. Això canvia molt la perspectiva sobre les dones en edat de tenir fills. Sense un sistema com aquest, quan algú es planteja contractar un home o una dona d'aquesta edat per a un lloc, contracta sempre l'home, però mecanismes així igualen la situació. Un altre resultat interessant d'aquestes mesures és que a Finlàndia els científics que prenen aquests tres mesos per cuidar del bebè tornen a treballar com a millors científics, probablement perquè el seu cervell té temps per funcionar lliurement. S'alliberen de les rutines, de la pressió i tenen millors idees". Sens dubte, una proposta amb un gran potencial.

Caldria, a més, una discriminació positiva de la dona? Segons l'Enciclopèdia Catalana, aquesta es defineix com: "Conjunt de polítiques compensatòries que pretenen afavorir els membres de col·lectius que hom considera sotmesos a desavantatges socials, laborals, etc. L'objectiu és corregir discriminacions associades al sexe, l'ètnia, la raça, la llengua, la religió, etc., les quals, bé que no són vigents en la legislació ni defensats per la majoria de la població, mantenen els seus efectes en societats teòricament amb igualtat de drets i d'oportunitats". Com bé diu, l'objectiu seria el de corregir la discriminació de la dona, però no és evident que porti a assolir-lo: la discriminació positiva de la dona en el món laboral pot promoure els seus estereotips, actuant així com a suma al problema i no com a solució¹³. No obstant, si es pretén augmentar el nombre de dones en estudis i professions tècniques, cal sense cap mena de dubte una discriminació positiva: en igualtat de qualificacions, preferència per la dona.

Es proposa com a futur estudi realitzar una simulació del temps que es trigaria a assolir proporcions iguals de dones i homes aplicant aquestes mesures.

V. DISCUSSIÓ

Però, és aquest un resultat òptim? El desenvolupament de la ciència i la tecnologia assoleix el seu màxim quan hi treballen tantes dones com homes? Tot i que els cervells de dones i homes presenten grans similituds en la funció, estructura i neurotransmissió, també s'observen importants diferències de mida, quantitat de matèria gris, circulació cerebral global i neuroquímica¹⁴, algunes a favor de dones, algunes a favor d'homes i altres sense clara distinció. Això podria implicar que,

en termes generals, dones i homes funcionéssim millor en estudis i feines diferents! O, senzillament, que ens agradessin coses diferents. Relacionar això amb els aspectes comentats anteriorment sobre les iguals capacitats de les dones per a raonaments matemàtics i mecànics i amb els estereotips i rols socials de la dona causants de l'anomenat sostre de vidre porta a diverses reflexions. Per exemple: si eliminéssim el factor social, dones i homes podríem mostrar iguals capacitats en iguals feines (i ens agradarien el mateix tipus de feines), ja que les diferències genètiques en el nostre cervell no hi estan relacionades? O bé: el fet que algunes de les diferències en els nostres cervells es demostra que estan causades per molts factors no tant genètics com epigenètics¹⁵, implica que, en eliminar el factor social, l'apoderament de la dona estaria causat per canvis fisiològics en el nostre cervell?

En aquest cas, realitzar una simulació per estudiar les respostes a aquestes preguntes no és tan evident. Per saber-ho del cert no queda altra opció que la d'actuar i eliminar el factor social: els estereotips de sexe i de gènere, les limitacions acadèmiques i laborals i els rols tradicionals. Si bé no és evident que la discriminació positiva, tot i contribuir a les trajectòries professionals, ajudi a eliminar aquests estereotips, sí ho és que si les dones tenen més oportunitats de demostrar les seves capacitats i de difondre les seves idees, s'accelera el canvi del paper de la dona en la societat. Per això, tant l'afavoriment de la dona en el món laboral com la baixa paternal obligatòria com la difusió de models de conducta i nous ideals femenins a través dels mitjans de comunicació assegurarien una evolució positiva de les estadístiques de les dones. Cal destacar, però, que ni les lleis ni la tecnologia són suficients per apoderar la dona: només nosaltres tenim el poder sobre les capacitats que podem demostrar i les nostres idees que podem difondre. Només dona a dona es pot crear la nova definició de la paraula "dona".

VI. REFERÈNCIES

¹ Quim Trullàs, cap d'estudis d'Enginyeria Física.

² Institut d'Estadística de Catalunya.

<http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=757&t=2007>

³ World Economic Forum. <http://reports.weforum.org/global-gender-gap-report-2016/gender-parity-and-human-capital/>

⁴ Antill, J. K., & Cunningham, J. D. (1982). Sex differences in performance on ability tests as a function of masculinity, femininity, and androgyny. *Journal of Personality and Social Psychology*, 42(4), 718.

⁵ Spelke, E. S. (2005). Sex differences in intrinsic aptitude for mathematics and science?: a critical review. *American Psychologist*, 60(9), 950.

⁶ Mishkin, H., Wangrowicz, N., Dori, D., & Dori, Y. J. (2016). Career Choice of Undergraduate Engineering Students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 228, 222-228.

⁷ Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *Journal of experimental social psychology*, 35(1), 4-28.

⁸ Shea, Munyi, et al. "Toward A Constructionist Perspective Of Examining Femininity Experience: The Development And

Psychometric Properties Of The Subjective Femininity Stress Scale." *Psychology Of Women Quarterly* 38.2 (2014): 275-291.

⁹ Eccles, J. S. (1987). Gender roles and women's achievement-related decisions. *Psychology of women Quarterly*, 11(2), 135-172.

¹⁰ Enginyeria Física. <https://enginyeriafisica.etsetb.upc.edu/ca>

¹¹ Hacia la igualdad en la investigación. Comisión de Mujeres y Ciencia. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. http://documenta.wi.csic.es/alfresco/downloadpublic/direct/worospace/SpacesStore/38bdb38f-66f5-477b-9e66-2a1df84c8a47/TRIPTICO_MUJERES_A4.pdf

¹² "La mujer no siempre quiere ser tan competitiva como el hombre". El País.

http://elpais.com/elpais/2015/06/12/ciencia/1434105921_292020.html

¹³ Heilman, M. E. (1997). Sex discrimination and the affirmative action remedy: The role of sex stereotypes. *Journal of business ethics*, 16(9), 877-889.

¹⁴ Cosgrove, K. P., Mazure, C. M., & Staley, J. K. (2007). Evolving knowledge of sex differences in brain structure, function, and chemistry. *Biological psychiatry*, 62(8), 847-855.

¹⁵ McCarthy, M. M., Auger, A. P., Bale, T. L., De Vries, G. J., Dunn, G. A., Forger, N. G., ... & Wilson, M. E. (2009). The epigenetics of sex differences in the brain. *Journal of Neuroscience*, 29(41), 12815-12823.