



## **Discurso de David Gascón - Ganador del Premio Jóvenes Investigadores Juan López de Peñalver 2018**

##

© David Gascón Cabrejas. 2018.

[dg@davidgascon.com](mailto:dg@davidgascon.com)

<http://davidgascon.com>

##

Excelentísimo Presidente de la Real Academia de Ingeniería.  
Excelentísimos Académicos.  
Señoras, Señores. Muy buenas tardes.

En primer lugar, me gustaría comenzar agradeciendo a la Real Academia de Ingeniería, a sus Académicos y especialmente a la comisión de los premios, por haber tenido a bien el otorgarme el Premio Jóvenes Investigadores "Juan López de Peñalver".

Me gustaría recalcar que este premio me corresponde tanto a mí como a todo el equipo con el que he tenido la suerte de trabajar desde los prístinos días de la creación de Libelium (hace ya 12 años) hasta el día de hoy.

Un equipo que siempre ha aceptado los retos que nos hemos propuesto por alambicados y complejos que estos parecieran.

También agradecer a todos los profesores que me abrieron las puertas al mundo de la ingeniería en el Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza, y me ayudaron a crear una raigambre de conceptos sobre la que edificar mi obra posterior. Una obra que hoy cruza el Rubicón con la concesión de este premio.

Y por su puesto, a mi familia, por estar siempre ahí y darme pábulo en cada una de las aventuras en las que me he embarcado a lo largo de mi vida, que si bien no es excesivamente luenga, sí puedo decir que ha sido asendereada.

Cuando comencé a pergeñar este discurso pensé que sería fácil para mi hacer un sílabo de los logros científico-técnicos conseguidos durante estos años, pero rápidamente desistí, pues eso es algo a lo que fácilmente ustedes pueden acceder con una simple consulta a través Internet. En vez de crear ese prontuario, decidí centrarme en plasmar el pensamiento transversal que ha incardinado mi trabajo durante estos años, y que ha unido ciencia, ingeniería y filosofía de una forma imbricada sustentando siempre la una sobre la otra.

Un conocimiento transversal, que me ha permitido hilvanar diferentes formas de estudio de la realidad sobre un único tapiz, creando una urdimbre de conocimiento común y sin distinción de campos o materias.

Pues el conocimiento es uno, e intentar separarlo o aislarlo nos dejaría sin acceso a una hondura mucho mayor, a la cual necesitamos acceder para entender cómo funciona realmente el mundo. Movamos las lindes.

Juan López de Peñalver además de conspicuo y preclaro científico e ingeniero también fue economista, y eso me muestra con alegría concomitancias compartidas aún mayores sobre la manera de aplicar los avances en la sociedad, de forma que puedan llegar al máximo número de personas.

El escudo de la Real Academia de Ingeniería reza el emblema latino:

"Scientia. Ingenium. Homini."

En un primer momento pensé que la traducción correspondía a "Conocimiento, ingenio para el hombre", sin embargo decidí consultar al Profesor de Filología Clásica Ciordia Artola, quien me alumbró que otra traducción era posible si analizamos detenidamente el significado de la palabra "ingenium", no tanto como ingenio o talento, sino como cualidad natural, elemento inmanente en el hombre, haciendo que el emblema pueda traducirse como:

"El conocimiento es una tendencia natural en el ser humano"

O dicho de otra manera, nada relativo al conocimiento le es ajeno al hombre. Y tanto que no, puesto que la ingeniería se encarga de resolver problemas de la vida de las personas, y bien sabemos que no hay nada tan idiosincrático en nuestra naturaleza, como ser atractores de problemas, problemas que tenemos que resolver, primero para sobrevivir y luego para vivir lo mejor posible.

Hace unos años tuve el honor de que el Massachusetts Institute of Technology, "el MIT" me otorgara el distintivo como el innovador más destacado de menos de 35 años en España, sin duda un punto clave en mi carrera por la repercusión internacional de ese centro de excelencia. Sin embargo, el galardón que se me entrega hoy, viene, no solo cargado de un reconocimiento, sino de una gran responsabilidad. Responsabilidad de ser meritorio del mismo cada uno de los días que dure mi singladura profesional y si es posible, y el clímax me lo permite, hasta pasar al otro lado del espejo.

En tiempos de la facultad decíamos, de forma algo jocosa, que para el optimista el vaso está medio lleno, para el pesimista está medio vacío y para el ingeniero sobra medio vaso.

Y así es, en ingeniería los conceptos subjetivos como bueno o malo no existen. Preguntar algo tan banal como ¿cuál de estos dos ordenadores es mejor? trae consigo un significado capcioso en la partícula comparativa "mejor", pues implica de ante mano que una de las dos respuestas es la correcta.

Sin embargo, un correcto análisis conlleva el replanteamiento de la pregunta a otras como:

¿mejor para qué? ¿para que vaya más rápido? ¿o para que dure más la batería?, simplemente con esas dos sencillas preguntas ya podemos dibujar una curva que relaciona velocidad de cálculo con el consumo energético y sus inversas, anulando la simplificación del término comparativo "mejor absoluto" que se requería en primera instancia.

La ingeniería no requiere de adornos o arrequives, y no permite la simplificación maniquea, pues es juzgada a cada instante por las leyes naturales que validan la funcionalidad e impacto real del desarrollo. Estamos ante una disciplina que es siempre resultado, y el resultado es siempre a posteriori, nunca a priori.

La ingeniería se basa en las matemáticas pero no es matemáticas; se basa en la física y la química, pero no es física ni química; se basa en la computación, pero no es computación. La ingeniería es la aplicación de todas ellas al mundo real para la obtención de un resultado, y eso es siempre a posteriori.

De ahí que sea clave la observación, primero del problema, y luego de la solución, más que la misma predicción o creación de modelos que los caractericen. En esto, la ingeniería es más fiel al mundo real que algunas ciencias teóricas predictivas, que adolecen del intento de modelar cada aspecto del mundo, sin necesidad de obtener

una respuesta clara. Aquí, somos juzgados a cada instante por las mismas leyes naturales que validan o refutan lo que hacemos apodíptica e indefectiblemente.

Cuando era solo un estudiante de Ingeniería Informática cayó en mis manos el libro *Caos y Orden* del maestro Escohotado, tal vez una de las pocas personas que conozco donde obra y vida coinciden; un pensador que sería igual de eximio y esclarecido aunque no hubiera escrito una sola línea, pues su vida es su obra, y su obra es su vida.

*Caos y Orden* cambio mi percepción sobre la complejidad de los modelos, y me permitió aplicar una pátina de humildad, respeto, devoción y capacidad de asombro a cada uno de los problemas con los que me enfrentaba.

La primera vez que fui consciente de este planteamiento fue a la hora de estudiar en las materias de ciencia de la computación el teorema de completitud de Gödel, que rige la imposibilidad de caracterización completa de algo tan intuitivo como el conjunto de los números naturales; por lo que es fácil colegir lo atadas que tenemos las manos, a la hora de intentar caracterizar el comportamiento de un modelo complejo como un huracán, o ya no digamos, de un concepto abstracto como la emoción humana.

La segunda vez que me encontré con un modelo de este tipo fue a la hora de estudiar el famoso Test de Turing, que consiste en que una máquina imite la conversación humana con una persona a través de un lenguaje escrito. Sin embargo, siempre pensé que si Turing hubiera formulado su Test a día de hoy, lo hubiera hecho indicando que la verdadera barrera es engañar a una persona usando la misma voz humana, y haciéndole pensar que es otra persona la que está hablando.

Y ahí comienza a aumentar exponencialmente la complejidad del problema. Pues la voz exige cadencia, inflexión, modulación, y escandio del discurso a través de la carga emocional. Modular una palabra con emoción es complicado, pero saber cómo aplicar los microcambios emotivos a lo largo de un discurso con otra persona, es ya otro mundo. En el test de Turing como lo conocemos hoy, importa qué se dice, sin embargo en la versión que siempre pensé, importa tanto o más el cómo se dice.

Porque una madre, solo con oír un "hola" de su hijo ya sabe si está alegre o triste, nervioso o absorto. A un ordenador le costaría más saber qué se esconde debajo de la piel.

Mi trabajo como ingeniero durante todo estos años ha consistido en digitalizar a través de sensores inteligentes el mundo real, el mundo que tocamos, olemos y sentimos. Discretizar y digitalizar los valores, de forma que se pudieran computar y hacer uso de esta información en sistemas expertos y de control.

La diferencia esencial entre los sistemas de computación expertos y el experto humano como persona "sabia", estriba en que los primeros, cuanto más conocen, con más seguridad aseveran la respuesta de las preguntas, pues se basan en probabilidades de acierto mediante la retroalimentación del histórico, como las redes neuronales. Sin embargo, en la persona sabia se da lo que ya Goldberg y Taleb dieron por llamar como "la paradoja de la sabiduría", que consiste en que el conocimiento por adquirir, aumenta exponencialmente en relación al conocimiento adquirido. Es decir, que cuantas más cosas sabemos, más se abre el campo de aprendizaje a otras ramas en las que millones de personas trabajan al unísono, haciéndonos saber que, aunque fuéramos seres sempiternos nacidos en el albor de los tiempos y yacentes en las postrimerías del mismo, jamás podríamos llegar a acariciar un simple ápice de lo que se genera delante de nosotros.

La obra central de mi carrera la comencé a desarrollar cuando era solo un estudiante de 21 años, y lo hice por mi cuenta y riesgo, pues en aquél momento no eran temas incluidos en el temario de la facultad: los sistemas complejos emergentes, descentralizados y auto-organizacionales.

Así comenzaron a aparecer en mi prístina biblioteca libros de disciplinas transversales a la ingeniería como los relativos al concepto de "superorganismo" de los biólogos Hölldobler y Wilson, donde se exponen los comportamientos de las colonias de hormigas y enjambres de abejas.

También sobre "los sistemas fractales" de Mandelbrot; sobre el lenguaje y auto-organización de las colonias de bacterias denominado como "Quorum Sensing" o sobre los estudios de Indeterminación y Coherencia Cuántica de Grundle y Keilmann aplicada a las redes de neuronas cerebrales.

50 millones de años de evolución avalan a los superorganismos formados por colonias de insectos como las hormigas. Convivieron con los dinosaurios, y aquí seguirán cuando nosotros ya no seamos sino un recuerdo delicuescente.

Los superorganismos se basan en el funcionamiento de los individuos como un todo. Sin mandos centralizados, todo por el fenómeno de la emergencia de comportamientos individuales.

Comencé a estudiar los procedimientos que las hormigas usan a la hora de buscar fuentes de comida, pues conseguían encontrar los caminos más cortos con una rapidez y eficiencia fuera de lo común ya que no cuentan con una visión espacial del entorno. Para ello, excretan feromonas, un tipo de hormona de comunicación formado por péptidos y aminoácidos de naturaleza volátil, que permite crear caminos de olor que aparecen y desaparecen según el refuerzo que se hace de los mismos. Por lo que los caminos que más rápido conectan el nido con la fuente de comida son los

más usados, y por ello quedan fijados más fuertemente, a diferencia de los otros que con el paso de los minutos desaparecen debido a la naturaleza etérea de sus componentes.

Así codifiqué mi primer algoritmo de comunicación para Internet, basándome en un grafo de pesos dinámicos donde los nodos se realimentaban con el feedback de los paquetes que los atravesaban, en una técnica que se denomina estigmergia.

Otro comportamiento de la naturaleza que formó parte de mi estudio, fue el que se da a la hora del crepúsculo vespéral en Tailandia, cuando millones de luciérnagas, comienzan a dar fogonazos con pulsos luminiscentes. Inicialmente asíncronos, pero que poco a poco se van sincronizando, aumentando o disminuyendo la frecuencia e inicio de ciclo hasta que se convierte la noche en un único pulso luminiscente, pues les mueve el fin común de ser la zona más vistosa en la oscuridad de la noche, con el objeto de atraer al mayor número de posibles compañeras.

Basándome en este principio de sincronía incluí un comportamiento dinámico en los nodos que sincronizaban sus relojes internos para trabajar todos en la misma ventana temporal y poder generar redes multisalto completamente distribuidas.

Un concepto clave que me he ido encontrando a cada paso durante todos estos años de pensamiento profesional y personal, ha sido el de entropía. La entropía conocida como información no ordenada, información que aporta al receptor, un contenido del que hasta ese momento carecía. No en vano ya Shannon clasificaba la entropía como el logaritmo de la inversa de la probabilidad [ $\text{Log}(1/p)$ ].

Por su parte Bohr decía no sin cierta dosis de ironía que hacer predicciones es complicado, sobre todo del futuro.

Y razón no le faltaba porque la capacidad de creación del futuro se sustenta en la creación del devenir, basándose en la tecnología actual conocida, y no tiene en cuenta los elementos generadores de entropía que aparecen cuando descubrimos por ejemplo, una tecnología de impacto exponencial, que cambia las reglas del juego. Esto mismo coincide con lo que Wittgenstein decía acerca de que no se puede acceder a universos distintos al que nuestro lenguaje es capaz de llevarnos. E igual con la tecnología, pues ésta no es sino un tipo de lenguaje.

Durante estos años he tenido que lidiar continuamente con analistas de tecnología y mercado, cuyo fin último era preconizar predicciones, y aseverar los cambios que ocurrirán en éste. En estos sedicentes oráculos, se da un fenómeno que Gilbert denominaba como "previsión afectiva" donde se mezcla lo que va a suceder con lo que quiero que suceda. Por mi parte yo prefiero llamar a este comportamiento la

"previsión volitiva" pues es la voluntad de predicción, la que prima sobre la observación del resultado, y la posible capacidad de asombro ante lo nuevo.

Solo hay que recordar una sencilla regla en estadística denominada como la "ley de expectativas iteradas" que nos dice que las previsiones que cuentan con los posibles resultados desde el inicio, no son previsiones como tal sino simplemente ordenaciones de la probabilidad de lo ya conocido.

Karl Popper también criticaba en su estudio *La Miseria del Historicismo* esta tendencia ínsita del ser humano a predecir apodípticamente comportamientos. Pues ya intuía cierta capacidad de libre albedrío subyacente en las estructuras neuronales del cerebro humano que lo hacen realmente impredecible. Es decir, estamos ante un sistema cuyo gradiente de aleatoriedad es independiente de la información de la que disponemos del mismo.

Popper definió la psique humana como un sistema no falsable pues no responde a la lógica ni puede ser caracterizado de esa manera. Y así nos encontramos con que para entradas similares en el sistema obtenemos tantas respuestas posibles como individuos. Pero además una misma persona puede comportarse impredeciblemente cada vez y ante la misma adversidad. Y si un sistema no es falsable no asegura la repetibilidad ni la coherencia; y de ahí que predecir la naturaleza humana sea por la misma definición lógica algo imposible.

Ya Landaver y Bennett nos habían recordado que "la información es una magnitud física" incluyendo la información digital. Porque lo digital no existe, "digital" es solo una palabra, un concepto humano. No es difícil de entender que los ceros y los unos son solo una representación que hacemos nosotros de estados físicos como por ejemplo la polarización de unas láminas magnéticas en un disco duro, el potencial obtenido al pasar corriente por un transistor de silicio o la amplitud de una onda que viaja por un cable.

Sin embargo, merece la pena recordar, que la primera máquina digital que se creó en la evolución, es el mismo sistema nervioso, pues las neuronas codifican a través de pulsos modulados en amplitud y frecuencia las señales del cerebro. Es decir, que una imagen, un olor, o una caricia es traducida a millones de pulsos unitarios y discretos que viajan por el cerebro, creando finalmente una realidad continua, inconsútil y sin fisuras.

La pregunta clave ahora es ¿por qué el ser humano es un simplificador innato? ¿Por qué nos gusta más el juicio automático que la observación neutra y el juicio ulterior razonado?

Y la respuesta, una vez más, tiene que ver con la entropía. Por que el gasto energético requerido es mucho menor cuando se ha de clasificar entre blanco y negro, entre A y B, que cuando se busca el gradiente adecuado. Porque al cerebro le encantan las funciones generadoras de resultados y los patrones de clasificación simplistas.

Todo lo que es almacenar la complejidad del mundo exterior requiere una dimensionalidad, y ésta aumenta lo que se conoce como complejidad de Kolmogorov o entropía algorítmica que básicamente mide la complejidad de almacenar, acceder o computar los datos para obtener un resultado.

Así por ejemplo, nos es más costoso almacenar una imagen de alta resolución de un fractal, que generarlo usando una sencilla función de iteración sobre números complejos, que nos permitiría generar esa imagen hasta un nivel de complejidad infinito, solo limitado por las capacidades de cálculo de las máquinas.

Otro ejemplo es que tiene menor complejidad saber con exactitud de centésimas de segundo a qué hora saldrá mañana el sol, que predecir en qué momento de la noche saldrá del nido el búho, o a qué hora de la arrebolada cantará la alondra.

Los prejuicios, las frases hechas, y en realidad cualquier pensamiento consuetudinario no son sino coadyuvantes de reducción del esfuerzo que el cerebro tendría que hacer para analizar dosis de entropía alta.

Los niños son grandes consumidores de entropía pues tienen una capacidad de observación y sorpresa infinita, y buscan respuestas de todo, puesto que no han aprendido las reglas básicas de ordenación simplista que el adulto utiliza.

Otro aspecto común del comportamiento del ser humano es el miedo a la probabilidad desconocida, y que da lugar a la paradoja de Ellsberg en la que las personas prefieren una probabilidad de éxito baja pero conocida a una probabilidad de éxito desconocida. Tal vez por eso mismo haya menos investigadores y empresarios que otro tipo de trabajadores. Es el miedo atávico a lo ignoto, el "horror vacui".

Terminando ya. Se habrán dado cuenta cómo la ciencia, la ingeniería y la filosofía están completamente imbricadas y se entrelazan continuamente, como espirales de ADN, para formar una única estructura de saber, que nos recuerda lo que comencé diciendo al inicio del discurso: que nada relativo al conocimiento le es ajeno al hombre, que el conocimiento viene al amparo de las personas cuando somos lanzadas al mundo. Y que desde el vagido hasta el resuello expiratorio tenemos que lidiar con la resolución de los problemas que la vida nos brinda.



Y como lo único que tenemos seguro, es que vamos a morir, tal vez no haya un consuelo mayor que sabemos útiles para mejorar la vida de la gente que nos rodea, y saber, que al irnos, dejamos un conocimiento más plúrimo y feraz del que nos encontramos al llegar aquí.

Y tal vez, esto sea el mayor de los consuelos que podemos esperar, ya que sin duda dignifica y justifica una vida llena de esfuerzo y sacrificio. Muchas gracias.

##

© David Gascón Cabrejas. 2018.

[dg@davidgascon.com](mailto:dg@davidgascon.com)

<http://davidgascon.com>

Vídeo-entrevista resumen de los hitos más importantes:

<https://www.youtube.com/watch?v=hLhpSsQdm5s>

##