

La ciencia de los flujos no lineales.

Antonio Ruiz de Elvira
Universidad de Alcalá

¿Por qué hace uno ciencia?

En mi caso la ciencia es la búsqueda de la belleza en la naturaleza, y el buscar como y por qué funciona todo lo que somos y lo que nos rodea: Desde nuestro cuerpo a nuestra mente, desde las máquinas que utilizamos al software que rige nuestras vidas, desde lo más pequeño y más grande de la naturaleza hasta la sociología y la economía.

La sociedad, en su gran mayoría y por desgracia, tiene una idea equivocada de lo que es la ciencia, y la confunde con la artesanía, con la actividad gremial: Se habla de expertos, como se puede hablar del mejor zapatero del reino. Se supone, con frecuencia, que el científico es aquella persona que sabe más que nadie de la oreja izquierda del caniche, pero que no sabe nada de la oreja derecha, ni mucho menos de las orejas de otros perros o de las patas de los mismos.

Esta idea se ha trasladado, recientemente, hasta los ministerios de educación y de investigación. En estos sitios se supone que la educación se proporciona, y los alumnos la absorben, “para encontrar un trabajo”, como los aprendices en el gremio de cuchilleros, por ejemplo; o que los proyectos de investigación se conceden para “desarrollar ideas ya establecidas, procedimientos ya comprobados”.

Pues bien, ni la ciencia, ni la educación, ni la investigación son nada de eso. Einstein decía:

“In this sense I have never looked upon ease and happiness as ends in themselves--such an ethical basis I call more proper for a herd of swine”.

“En este sentido, yo no he considerado nunca la facilidad ni la felicidad como fines en si mismos – una tal base ética la asigmo propiamente a una piara de cerdos”

Trabajo y desarrollo, nuevos inventos y mejora social y económica son **consecuencias** de la educación, de la investigación, de la ciencia, pero no son sus fines. Cuando se han buscado de manera explícita, la búsqueda ha fracasado. Los mejores descubrimientos se obtienen siempre de manera marginal, casi siempre como fallos en los experimentos, fallos que mentes alertas, científicas, preparadas, son capaces de aprovechar para establecer nuevas teorías. Una buena cantidad de los mejores economistas del mundo son físicos. Han podido encontrar un trabajo para el cual no se habían ‘preparado’.

El gigantesco esfuerzo, monetario, de recursos físicos y humanos, del CERN, para buscar el bosón de Higgs, fracasará, con casi total seguridad. Uno encuentra muy pocas veces lo que busca, sino que se suele encontrar lo que no se busca.

La carrera espacial ha fracasado, en los EEUU antes, y en Europa lo hará más tarde: No se ha encontrado lo que se buscaba, porque se buscaba de manera explícita.

La ciencia funciona, pero es como echar una red a ver que cae, y nunca funciona si uno se pone a bucear para buscar el pez que quiere.

Pues bien, de nuevo, la ciencia puede considerarse como el éxtasis ante la maravilla que es la naturaleza, el universo, y claro, una parte del mismo que es el ser humano y su sociedad.

¿Cómo estudiar esto?

Yo me propuse estudiarlo mediante la física. La física parece algo muy difícil, más aún que las matemáticas. Pero lo es porque los que la enseñan no saben transmitir su realidad. El lenguaje de la física son las matemáticas, pero la física -no- son matemáticas.

En la física domina la intuición, que no es más que la síntesis de un número muy alto de observaciones detalladas de lo que nos rodea, organizadas de forma razonablemente lógica.

Puesto que implica observación desinhibida, memoria de lo que se ha visto, relacionar eso con otras muchas cosas y razonamiento lógico, todo esto, unido, lo pone fuera del alcance de muchos, sobre todo cuando a esos muchos no se les ha enseñado, no las secas fórmulas de los libros, sino la belleza del universo.

Observar es mirar, oír, oler, gustar, tocar, fijándonos en lo que sentimos, y relacionándolo con otras cosas que hemos sentido antes o que conocemos por otros medios.

Todos vemos caer objetos. ¿Cuántos de nosotros nos fijamos en cómo caen? ¿Cae lo mismo una esfera lisa de 2 cm de diámetro de acero y otra de igual de lisa, de los mismos 2 cm de diámetro, pero de madera de balsa, la primera que se siente pesada en la mano, mientras que la segunda que casi vuela de lo ligera que es?

Si Aristóteles se hubiese hecho esta pregunta, no habría metido la pata en su descripción del movimiento de una flecha, y la ciencia hubiese despertado 500 años antes de la Era Común (año 0).

Y ¿Cae lo mismo esa bola de madera de balsa que una a modo de pluma de pájaro con muchas varillas minúsculas y casi plana de esa misma madera de balsa, que se sienta pesar igual en la mano que la esfera? ¿Por qué una hoja de papel cae al suelo con un movimiento de vaivén mientras que una bola de madera de balsa cae en línea recta, en una habitación sin ventiladores?

¿Cómo puede volar un ave? ¿Flotar un buitre en el aire? ¿Quedarse parado un colibrí en un punto cerca de una flor, en medio del aire?

¿Por qué nos cuesta trabajo flotar en el agua en Galicia, pero flotamos sin problemas en Benidorm?

¿Por qué nos calienta el sol, por que nos ponemos morenos con su luz, aquí, en España, pero no en Groenlandia?

¿Por qué la música solo usa 12 notas, y que son esas 12 notas?

Enfin, miles de preguntas que sencillamente implican solo abrir los ojos, los sentidos, a lo que nos rodea, recibir las sensaciones con curiosidad y recordarlas para relacionarlas unas con otras.

Eso, y poco más es la física. Hoy utilizamos grandes y carísimos aparatos, porque queremos mirar lo más grande y lo más pequeño, pero ese mirar es el mismo que cuando miramos un río que fluye, las olas de la playa y los vientos que mueven las nubes en el cielo.

Acabamos de volver, muchos, de las playas. ¿Cuántos de nosotros hemos observado con detenimiento las olas, contado cuantas llegan a la orilla en un minuto, cuan separadas están unas de otras, cuando tienen espuma blanca y donde en la playa la tienen, y otras cosas de ellas? Para la gran mayoría las olas son o algo para divertirse o algo molesto, pero no se observan con interés.

Es ese interés en todo lo que nos rodea lo que es, esencialmente, la ciencia.

En nuestro grupo de investigación de la Universidad de Alcalá nos interesamos por dos fluidos particulares: La atmósfera y el océano, aunque yo, adicionalmente, me intereso por las cuestiones de la energía, y del flujo de energía que conocemos por el nombre de economía, además de por la cuestión de cómo organizamos nuestras vidas en las ciudades. Hablaré de estas tres últimas cosas más adelante.

La atmósfera es un fluido, muy poco denso (1 cubo de los de fregar, de 8 litros, tiene una masa, con agua, de unos 8,2 kilogramos, kg, pero lleno de aire su masa solo son 200 gramos del plástico y 9.8 gramos del aire).

Este fluido, el aire, se dispone alrededor de la superficie del planeta en una capa muy, muy delgada: Si extendiésemos la superficie de la esfera que es la Tierra de forma que formase una piscina de 50 x 25 m (una piscina olímpica) la atmósfera sería un fluido de 1.25 cm de profundidad: La yema de un dedo.

Pero esa capa, muy, muy delgada, se mueve, se retuerce, transporta energía desde el ecuador a los Polos, arrastra vapor de agua sobre las tierras, y mantiene la vida en el planeta.

Y es esta capa de aire, y el océano, que es también una capa aún más delgada, en media medio centímetro, lo que estudiamos en el Grupo de Física del Clima de la UAH. Entender la maravillosa armonía de los movimientos del aire acoplados a los del agua de los océanos es escuchar una sinfonía con melodía, ritmo y contrapunto, una melodía que se extiende desde hace millones de años, que seguimos hoy mediante las medidas realizadas en todo el Globo, de la que escuchamos los compases de ayer mediante los registros geológicos y paleoclimáticos (esencialmente la química-física de los isótopos atrapados en formaciones pétreas, o de hielo, muy antiguas), y de la que tratamos de adivinar sus movimientos futuros mediante modelos matemáticos ejecutados en los mayores ordenadores del mundo.

Nosotros trabajamos en varios frentes: Analizamos con técnicas estadísticas de última generación los datos de la comunidad científica y los resultados de los modelos que desarrolla la misma comunidad. Algunos de esos modelos, sobre todo para la evolución del clima en la Península Ibérica se están haciendo o adaptando aquí; y trabajamos con ideas puramente teóricas, lo que se llaman modelos matemáticos, no numéricos, basados en la mecánica de los fluidos, la termodinámica, que es la sección de la ciencia que estudia los intercambios de energía, y la dinámica del hielo.

¿Qué hemos visto? Un incremento de la inestabilidad en el tiempo atmosférico en las dos próximas décadas sobre España, con grandes fluctuaciones como las del verano de 2011, en el que ha hecho mucho calor, frío, ha llovido durante sus días centrales, y ha vuelto a hacer calor. A partir de 2030, y si no cambiamos nuestros hábitos de un gasto exagerado de energía procedente del carbono fósil (petróleo, carbón y gas natural), una sequía casi permanente en España, intercalada por episodios de inundaciones fuertes. Una subida del nivel del mar, que acompañada del oleaje, deberá destrozar los cimientos de los apartamentos de primera línea de playa (en el Atlántico), y temperaturas mínimas mucho mayores que en el siglo XX, y máximas algo mayores pero de subida moderada.

Puesto que este escenario es malo, y no cambiará si no cambiamos los hábitos de una sociedad educada en la idea de que los recursos disponibles son infinitos, una parte de mi investigación en los últimos años se ha dirigido a estudiar la posibilidad de un cambio en las estructuras que estimulan esa idea, que estimulan la disipación de energía sin obtener casi nada a cambio.

Estas estructuras son múltiples, pero se pueden señalar dos de ellas con importancia extrema: El diseño de ciudades y sobre todo de las metrópolis que hoy día -son- las ciudades (Madrid, rodeado de nuevos PAUS, y de sus ciudades periféricas, Alcalá, San Sebastian de los Reyes-Alcobendas, Pozuelo-Majadahonda-Las Rozas, Móstoles, Alcorcón, Rivas, Arganda,) que implica hardware y software (carreteras defectuosas, por ejemplo, y malos diseños de vida social); y una teoría económica basada en unos axiomas elegidos en 1800, cuando la población mundial aun era de un tamaño razonable y la disponibilidad de recursos se pensaba ilimitada.

Para el problema de la energía en la ciudad estoy desarrollando una investigación sobre el uso de algas en las estructuras urbanas, unas algas que suministrarán diesel de automoción, sin metales pesados en sus gases de escape, y que será un combustible neutro respecto del cambio climático, al liberar solo el CO₂ que primero absorbe en la fotosíntesis.

Por otro lado, he impulsado la creación de un grupo de trabajo multidisciplinar y multinacional, que incluye arquitectos, ingenieros, matemáticos, sociólogos, juristas y economistas, españoles, ingleses, alemanes, rumanos, americanos, de India y de China, para buscar nuevos diseños de ciudades que limiten la disipación energética, el derroche inútil del tiempo del reloj, y el gasto desaforado de dinero. Las ciudades se deben definir como lugares de **interconexión** entre personas, **interconexión** para el trabajo, la cultura, la ciencia, el arte, la economía y la diversión. Hoy en día esa **interconexión** es casi inexistente. En la metrópolis de Madrid, ¿cuántas personas conectan, por ejemplo, entre Alcalá y Móstoles? Hasta tal punto es difícil la interconexión que se han establecido universidades con todos los estudios, hospitales con todas las especialidades, juzgados de todos los casos, en cada una de la unidades de la metrópolis porque se ha visto que es casi imposible la conexión entre ellas. La Comunidad Autónoma de Madrid carece, casi, de suelo público y parque naturales, porque se ha rellenado de suelo urbano. Pero para este viaje no hacían falta alforjas: En vez de tener una metrópolis organizada tenemos una yuxtaposición de ciudades inconexas. ¿Por qué? Porque se ha aceptado el crecimiento de la población manteniendo los axiomas de los siglos pasados, cuando las ciudades se concebían como almacenes y centros de gobierno rodeados de murallas, cuyos vestigios son, en Madrid, sus 'Puertas' (de Alcalá, de Toledo, de Segovia, y en Alcalá, la Puerta de Madrid), y las autovías de circunvalación que, a modo de murallas del siglo XXI, cierran la interconexión entre barrios y partes de la metrópolis.

La teoría económica al uso en todo el globo es una teoría tradicional, que se estableció en el siglo XIX por Smith, Ricardo, Marx, Marshall, Jevons, Pareto y Walras, y que no ha tenido una revolución equivalente a las dos de la física, las teorías cuántica y de la relatividad, de manera que sigue, en el siglo XXI con enormes desarrollos formales, pero esencialmente con ideas para un mundo ya periclitado. Todas las versiones actuales, neo-clásica, neo-liberal, neo-marxista, post-keynesiana, etc., son esencialmente las mismas que cualquier versión de las teorías decimonónicas.

En todas ellas se contempla, como medida económica, el PIB, que lo único que mide es el flujo del dinero, sin entrar a medir la disponibilidad real de riqueza que es la energía, hasta tal punto que las etapas de máximo crecimiento de PIB son las etapas de máxima destrucción, las guerras. Hay una multitud de argumentos para rechazar esta medida y otras partes concomitantes de la teoría económica, pero la más sencilla de comprender es la siguiente: Si cerramos hoy, 31 de Agosto, todos los pozos de petróleo del mundo, que solo representan un 2% del PIB mundial, nos morimos de hambre a partir del 31 de Noviembre.

He desarrollado un modelo basado, no en la termodinámica, como hizo Georgescu-Roegen y los partidarios de la Eco-Economía, sino en la mecánica de fluidos, porque al fin y a la postre la economía no es más que un flujo de riqueza (energía) en forma de dinero, de unos agentes económicos a otros, con fuentes (agricultura, minas, pozos de petróleo, energía solar), silos donde la energía se acumula sin fluir, y disipación (por ejemplo, todo el sistema de automoción: Los coches incorporan, emplean gastan y disipan una cantidad enorme de energía que desaparece al cabo de 8 años). Es claro que el modelo no es aceptado por la economía tradicional (en todas sus variantes) pero funciona y como pasó en la mecánica cuántica tras el rechazo original, acabará aceptándose.

Es esta de arriba una descripción del quehacer científico que, desde mi punto de vista, es la única real. En un mundo que vuelve hacia la actividad gremial, necesitamos personas con visiones generales, sintético-analíticas, que puedan cambiar los axiomas de acuerdo con los nuevos datos que se acumulan constantemente en las publicaciones científicas, o que ellas mismas obtienen de experimentos.

La gremialidad llevó a Tycho Brahe a tener unos esquemas matemáticos (geométricos) equivalentes en su complejidad a los de los últimos modelos económicos. Pero todo el aparato matemático cedió ante un modelo inmensamente sencillo: $1/r^2$, de Kepler y de Newton. De la misma forma el axioma cuántico y la relatividad de Einstein, con fórmulas de una línea, se revelaron correctas, frente a los trabajos de Lorenz que llenaban 50 páginas.

Podemos hacer otra ciencia, y yo lo estoy intentando.