

# redes

Título: "El mundo de abajo a arriba" – emisión 97 (29/05/2011) – temporada 15

**Entrevista de Eduard Punset con Harold Kroto, químico de la Florida State University (Estados Unidos), premio Nobel de Química en 1996. Pamplona, 10 de marzo del 2011.**

## **Vídeo del programa:**

<http://www.redesparalaciencia.com/5490/redes/2011/redes-97-el-mundo-de-abajo-a-arriba>

*La vida es un ensamblaje átomo a átomo, molécula a molécula,  
de células que se organizan en un organismo complejo.*

**Harold Kroto**

## **Harold Kroto:**

*La nanotecnología o la nanociencia consisten en el ensamblaje de abajo arriba de sistemas complejos. Surgen posibilidades bastante interesantes que tal vez un día, ni que sea de aquí a bastante tiempo, llegue a desbancar al ensamblaje de arriba abajo,*

## **Eduardo Punset:**

Lo fascinante, lo increíble, es que estamos tan acostumbrados a construir las cosas desde arriba hacia abajo: una silla la empezamos con un árbol, que ahora, de pronto, cuando miramos que el mundo se ha hecho solo y desde abajo, y que ha sido capaz de fabricar materiales nuevos y texturas increíbles para vivir, para sobrevivir, bueno, nos tenemos que llevar las manos a la cabeza de que no lo hayamos hecho antes, ¿no?

La idea de la nanotecnología (menuda palabreja, ¿no?) surgió, al parecer, en 1959, cuando Richard Feynman, el célebre físico, pronunció una frase que he visto citada infinidad de veces. La frase era: «en el fondo hay espacio de sobra». Y en lo que pensaba, aunque por aquel entonces no nos percatáramos de lo que quería decir, era en construir la civilización de abajo arriba. De hecho, ¿qué crees que querría decir entonces?

# redes

Título: "El mundo de abajo a arriba" – emisión 97 (29/05/2011) – temporada 15

## **Harold Kroto:**

Supongo que analizaba la tecnología de la época, que se construía de arriba abajo (y que sigue construyéndose así) y se planteaba crear estructuras a escala atómica. Si nos paramos a pensarlo, por supuesto que los objetos de la tecnología actual son mucho mejores que los de entonces. Pero todavía se puede ir bajando, se pueden crear estructuras de ámbito molecular que sean mil millones de veces más pequeñas. Recordemos que los primeros discos que fabricó IBM eran enormes y pesaban una tonelada, mientras que ahora tenemos una tecnología tan fantástica que nos ha llevado a memorias USB con una capacidad de 128 o 256 gigabytes en el tamaño de un cigarrillo. Así pues, las tecnologías de arriba abajo son increíbles, pero todavía podemos reducirlo un millón de veces más si controlamos las estructuras a escala atómica y molecular, lo cual no es nada fácil...

## **Eduardo Punset:**

Te he oído decir lo siguiente, y es fantástico. Dices que la nanotecnología, si acaso, es la ciencia de los átomos y las moléculas, ¿no? Y que deberíamos empezar a aprender a construir no siempre desde arriba hacia abajo sino lo contrario.

## **Harold Kroto:**

¡Y sabemos que es posible, porque justamente nosotros somos así! Cuando alguien habla acerca de nanotecnología sin acabar de entender el concepto, muchas veces piensa en cosas muy pequeñas, partículas diminutas, y luego empieza a pensar en los peligros que entrañan dichas partículas minúsculas. Sin embargo, si reflexionamos sobre la propia vida, la vida es un ensamblaje átomo a átomo, molécula a molécula, de células, que a su vez luego se organizan en un organismo complejo. Si queremos saber cuáles son las posibilidades para el futuro, la vida y la biología molecular nos demuestran lo complejo que puede ser un sistema construido desde una perspectiva ascendente: de abajo arriba.

# redes

Título: "El mundo de abajo a arriba" – emisión 97 (29/05/2011) – temporada 15

## **Eduardo Punset:**

Si imaginamos, por ejemplo, un alfiler, o la cabeza de un alfiler, resulta que el tamaño es de un millón, un millón de nanómetros, pero la nano... o los nanomateriales no se miden por un millón de nanómetros, sino por uno, dos o tres nanómetros. Resulta que el segmento de ADN, por ejemplo, un segmento mide del orden de dos nanómetros.

Vamos, que tienes toda la razón: estamos hablando de la vida. Somos una comunidad andante de células, esto es lo que somos desde el principio. Y, en cierto modo, estamos volviendo a esa idea.

## **Harold Kroto:**

Bueno, creo que debemos pensar de un modo un poco distinto sobre el alcance de lo que podemos hacer. Un aspecto de la vida es que se trata de química en un medio acuoso: somos sistemas basados en el agua. Pero la pregunta es la siguiente: ¿podremos, en el futuro, imitarlo con materiales refractarios, materiales que no requieran agua? Es mucho pedir, pero no hay ningún motivo por el que no pueda hacerse.

## **Eduardo Punset:**

Siempre has mostrado mucho interés en saber cómo surge el carbono en las estrellas lejanas, y en varias ocasiones he leído cómo nos recordabas que estamos hechos de átomos de carbono. Antes de pasar a tu investigación, ¿qué es, pues, el carbono? Es decir...

## **Harold Kroto:**

Hay que ir con cuidado, porque el 95% de toda la química es química basada en el carbono, química orgánica, en el sentido de que el carbono, junto con el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno y otros elementos, se vuelve una materia blanda, pero el carbono, en sí mismo, es extremadamente refractario... Además, controlar la química del carbón puro no es fácil. Pero, si lo logramos, sabremos cómo conseguir materiales con propiedades de resistencia a la

# redes

Título: "El mundo de abajo a arriba" – emisión 97 (29/05/2011) – temporada 15

tracción fabulosas, propiedades cuánticas asombrosas y propiedades electromagnéticas extraordinarias. Se trata de un gran reto, pero no hay motivo para pensar que no se pueda resolver.

## **Harold Kroto:**

*Creo que para entender qué son los nanotubos y el  $C_{60}$ , la molécula de Buckminsterfulereno que descubrimos (que por cierto no es solo mía, sino que también corresponde a mis colegas, compartí con ellos el hallazgo e incluso el dinero del Premio Nobel...) se puede pensar en los nanotubos como estructuras alargadas. Por un lado tenemos globos redondos, como el buckminsterfulereno o los fulerenos esféricos, parecidos a un balón; y, por otro, está la forma de zepelín o de tubo alargado, con similitudes y propiedades eléctricas de lo más interesantes. El  $C_{60}$  también tiene propiedades muy interesantes, porque es una excelente trampa de electrones y se podría utilizar como dispositivo de almacenamiento, tal vez, en la próxima generación de ordenadores y conmutadores.*

## **Eduardo Punset:**

¿Pero qué hay de los nanotubos? ¿Son otro descubrimiento?

## **Harold Kroto:**

Sí, sin duda.

## **Eduardo Punset:**

Harry, ¿y qué podéis hacer con eso? ¿Dónde está la revolución?

## **Harold Kroto:**

Lo más interesante es que, al estudiar los nanotubos, se ha constatado que tienen propiedades absolutamente fascinantes. En primer lugar, las propiedades eléctricas: no presentan pérdidas

# redes

Título: "El mundo de abajo a arriba" – emisión 97 (29/05/2011) – temporada 15

en la conducción, son lo que se denomina conductores balísticos, de modo que el número de electrones que se introduce por un extremo es igual al que sale por el otro. En un cable normal, se pierde alrededor del 50% de la electricidad... es decir, sí que hay pérdida.

En segundo lugar, y se trata en cierto modo de lo más apasionante... las propiedades de resistencia a la tracción. Gracias a las propiedades de resistencia a la tracción de los nanotubos, tenemos la posibilidad de revolucionar la ingeniería civil. ¡Son palabras mayores! Para explicarlo, imagínate por un momento una caja de pajitas de papel. Una sola pajita se puede doblar muy fácilmente, pero si tomamos la caja de pajitas de papel y le ponemos un pegamento muy débil a cada una para pegarlas con cuidado entre sí, y miramos al final del envase, veremos que quedan todas las pajitas empaquetadas formando un patrón hexagonal y que todas ellas tienen un diseño precioso en los extremos. Si las pegamos, podemos obtener un conjunto de pajitas (tal vez un centenar) con una fuerza increíble, así que a partir de papel, de pajitas individuales, se puede fabricar algo muy sólido. Y resulta que se puede hacer algo parecido con los nanotubos, hay quien lo ha hecho con unos 30, 40, 50 y 100, solamente eso, algo muy cortito. Pero no hay ningún motivo teórico por el que no se pueda hacer lo mismo de un metro de longitud, o de varios metros. Y llegar a juntar diez elevado a quince, ¿de acuerdo? Es decir, mil millones de millones. Si lo lográramos, entonces podríamos crear un material que probablemente tendría las propiedades más extremas de fuerza que se pueden conseguir a la temperatura ambiente que necesitamos.

## **Harold Kroto:**

*Probablemente podríamos construir puentes tan resistentes que no se vinieran abajo en caso de terremoto, o aviones tan ligeros y potentes que, incluso si fallaran los motores, seguirían planeando durante distancias larguísimas. Por tanto, la posibilidad está ahí, el problema es que no sabemos cómo unir mil millones de millones de ellos. Solamente podemos unir un centenar a la vez, lo que supone unos pocos micrones, mucho menos que un milímetro, por ahora. Sin embargo, no hay ningún motivo teórico que nos impida lograrlo en el futuro.*

# redes

Título: "El mundo de abajo a arriba" – emisión 97 (29/05/2011) – temporada 15

*Ahora lo que necesitamos realmente son jóvenes inteligentes que resuelvan el problema. Mi ejemplo favorito es que podríamos construir un coche tan resistente y ligero que, al llegar a un cruce, no necesitara semáforos: simplemente saltaría por encima del resto de coches. E incluso si no saltara por encima, podría rebotar contra otro coche sin peligro alguno ¡y sería tan divertido como los autos de choque! Creo que todos convendrán conmigo en que... bueno, no conozco a nadie a quien le gusten los semáforos. ¿Hay alguien entre el público al que le gusten los semáforos? Si lo hay, evidentemente tiene que ser alguien que se dedique al negocio de los semáforos, porque los únicos partidarios de los semáforos son los que los fabrican. Siempre he pensado que una opción para enriquecerme sería crear un negocio de semáforos, ¡pero entonces sería la persona más odiada del país!*

*Sea como sea, lo importante es que esta posibilidad existe y es apasionante, y me parece que en algún momento del futuro se materializará.*

## **Eduardo Punset:**

Se ha suscitado cierta desconfianza, por decirlo suavemente, sobre este nuevo sistema de construir las cosas desde abajo hacia arriba, que vuelve al origen de la vida, en realidad. ¿Cuáles son los peligros reales, si es que existen?

## **Harold Kroto:**

No pongo en duda que haya algunos peligros, pero creo que sabemos cómo controlarlos, que ahora hemos mejorado mucho y lo entendemos todo mucho mejor. Y quiero añadir que es algo común a cualquier nueva tecnología, no se limita a la nanotecnología. Permíteme poner un ejemplo: imagina que pudiéramos remontarnos 100 años en la historia y volver a 1910. Y que luego dijéramos: «vamos a desconfiar mucho de la química del siglo XX». Y sentáramos a un grupo de personas alrededor de una mesa para que reflexionaran y se centran en los peligros de la química. Tras sentarse a debatirlo un rato, podrían, si fueran muy listos, predecir cosas como los gases neurotóxicos, podrían incluso anticipar la tragedia que ocurrió

# redes

Título: "El mundo de abajo a arriba" – emisión 97 (29/05/2011) – temporada 15

con la talidomida, o predecir el desastre de Bhopal. Y luego podrían decidir: «bueno, hay peligro, así que mejor no hacer nada en el campo de la química». Pero si volviéramos a 1910, le hiciéramos caso a este grupo de presión y no hubiéramos avanzado en la química desde 1910, no tendríamos silicona, no tendríamos penicilina, no tendríamos... ¡muchísimos fármacos! En general, no tendríamos la mayor parte de los plásticos, no tendríamos los materiales que ahora mismo conforman el mundo moderno. No existiría la pintura de este cuadro... La mayoría de gente está muy contenta con su móvil. No se podría fabricar un teléfono móvil sin la química del siglo XX. ¡Todos han sido avances increíbles, y creo que hasta ese grupo de personas ahí sentado reflexionando tendría que convenir en que estamos mejor ahora!

## **Eduardo Punset:**

¡Madre mía, desde luego!

## **Harold Kroto:**

Me parece que hay que mirarlo desde esta perspectiva, y plantearse que, si ahora frenamos la nanotecnología, entonces nos perderemos muchos avances apasionantes que podrían beneficiar a la humanidad. Puede que la nanotecnología solucione nuestros problemas con, por ejemplo, la conversión de la energía solar; en realidad el C<sub>60</sub> ha demostrado que puede aumentar la eficacia de las células solares orgánicas. Deberíamos darnos cuenta de eso.

Además, creo que otro aspecto mucho más peligroso para la humanidad es la estupidez de los políticos, que han creado 28.000 armas nucleares. ¡Es la misma estupidez que hace que tengamos un Ministerio de Defensa que firma contratos para utilizar la ciencia y la tecnología para fabricar más armas peligrosas! ¡Por ejemplo, la estupidez del napalm! Muchísimas personas mueren por las decisiones de los políticos, que no resuelven los problemas sociales sentándose a debatirlos alrededor de una mesa, sino mandando a jóvenes a matarse unos a otros con armas cada vez más eficaces. Hay que darle la espalda a eso.

# redes

Título: "El mundo de abajo a arriba" – emisión 97 (29/05/2011) – temporada 15

**Eduardo Punset:**

Sí, y pese a todas estas consecuencias malas de la tecnología, la realidad sigue siendo que, si miramos la evolución, no ha habido mejoras, progresos de la civilización sin tecnología, la tecnología siempre ha estado en el fondo implicada, ¿sabes?

**Harold Kroto:**

¡Sí! Nos enfrentamos a problemas acuciantes de sostenibilidad, de supervivencia, e intentamos forjar una sociedad que dependa menos del petróleo. Son nuestras verdaderas batallas y la nanotecnología, al parecer, puede ayudarnos en este sentido.