Entrevista a Ian Stewart*

Del programa de TVE "**REDES**", dirigido por Eduardo Punset

***Ian Stewart** es profesor de matemáticas de la Universidad de Warwick

Ian Stewart

El Director de REDES Eduardo Punset

Punset: ¿De dónde vienen los modelos?

Ian: Provienen de la naturaleza, no son cosas que han inventado los matemáticos. Modelos de formas, modelos de números, modelos de procesos...

Punset: La naturaleza está llena de modelos.

La naturaleza está llena de modelos, y el trabajo del matemático es hallarlos y hacer cosas con ellos.

Punset: Y hacer cosas como predicciones...

Ian: Comprender, predecir y finalmente controlar. Una de las cosas que hacemos es tecnología, y las matemáticas son muy importantes en ese campo; y consiste en hacer que el mundo haga lo que nosotros queremos; aunque hay que tener mucho cuidado, ya que se pueden crear problemas al controlar de forma errónea.

Punset: ¿Cómo nos encontramos con los modelos? ¿son siempre aparentes o en ocasiones están escondidos?

Ian: En realidad la mayoría de los modelos de la naturaleza están ocultos.

Punset: La mayoría están ocultos.

Ian: Hay algunos que son aparentes, como por ejemplo, si tiras una piedra en un estanque se puede ver cómo aparece un modelo de círculos, de ondas circulares, y si se piensa un poco sobre el motivo de que suceda esto, es obvio que el modelo sea circular ya que las ondas viajan a la misma velocidad en todas direcciones. Y a partir de este modelo se puede comprender una parte del universo, pero este sólo es un modelo muy simple: es el modelo de círculos. Pero hay otros modelos, como por ejemplo el modelo de respiración de un pez en un estanque. Esto no se puede ver. Hay que sentarse durante años y años y hacer mediciones. Entonces se observan cosas como que durante ciertas épocas del año hay muchos peces y en otras hay menos. El número de peces cambia de forma que en sí es un modelo. Por lo tanto existen modelos escondidos. Y de alguna forma existen ... bueno yo sospecho que todavía no hemos averiguado la gran mayoría

de modelos del universo.

Punset: Hay modelos en una molécula, en una célula...

Ian: Hay modelos en todas las escalas...

Punset: En la galaxia...

Ian: Desde la estructura atómica a la estructura total del universo. Quiero decir, ¿qué forma tiene el universo?

Punset: ¿Qué nos hace ...? Quiero decir, ¿vemos estos modelos porque estamos locos por los modelos? ¿Te planteas investigar sobre los modelos o investigas los modelos porque vivimos en un universo de modelos?

Ian: Creo que es un poco por los dos motivos. No cabe la menor duda de que los matemáticos están chiflados por los modelos y han buscado modelos en cualquier época y en cualquier lugar. Esto es debido a que nuestros cerebros han desarrollado una necesidad de buscar modelos y estructuras. Pero ¿por qué han desarrollado esta necesidad? Porque hay cosas en el universo que tienen modelos, que tienen estructuras, y por lo tanto podemos utilizarlas. La evolución gira alrededor del valor de supervivencia. No significa comprender el mundo que te rodea sino la supervivencia en ese mundo. Pero si se entiende se puede sobrevivir mejor.

Punset: Por lo tanto las matemáticas en realidad ... fíjense que concepto tan distinto de las matemáticas. Las matemáticas no nos sirven para contar. Las matemáticas, nos dice Ian Stewart, nos sirven para descubrir las patterns que dice él, las estructuras, las repeticiones, y de una manera que nos permite profundizar en el conocimiento.

Ian: Esto es correcto, al estudiar los modelos... los modelos son pistas de las leyes de la naturaleza que en realidad crean estos modelos. Cuando se ven los modelos, es una evidencia enorme de que hay una regularidad en el universo. Pero la regularidad, normalmente, es mucho más profunda de lo que podemos ver. Es la estructura de las leyes que crean los modelos, los modelos son pistas y el matemático es el detective. El trabajo del matemático, del ingeniero, el trabajo del científico en general, es observar estos modelos y comprender su significado e intentar plantear preguntas del motivo por el que se hace este modelo. Esta es una gran pregunta para el matemático.

Punset: Ian, permíteme que te haga uno de tus trucos. Está en uno de tus libros, creo que en este, "The Magic Maze". Si hacemos una serie de números, por ejemplo, 3, 5, y si continúo añadiendo, ahora es 8, 13, y entonces 21 y luego 34 y luego 55, bueno vamos a parar aquí. Esta es una serie de números en la que el número siguiente es el resultado de la suma de los dos números anteriores. En tu libro dices que las flores, el número de pétalos de una flor, tiende hacia estos números. En otras palabras: hay muchas más flores que resultan tener este número de pétalos que otros números. ¿Es así?

Ian: Sí. Esto ya había sido observado desde hace mucho tiempo, pero ha costado varios cientos de años poder explicar por qué sucede. Son unos números especiales, llamados números de Fibonacci, debido a un italiano a quién dieron el sobrenombre -de hecho se lo dieron mucho más tarde- del hijo de Bernaccio. En 1202 ya estaba interesado en esta secuencia de números. No porque él tuviera ninguna relación con las flores: estaba escribiendo un libro de aritmética y esto era un buen enigma que podía presentar a los lectores del libro, y de hecho este enigma se refería a los conejos, estos son los números de conejos de una población de conejos que se crían siguiendo ciertas reglas. Pero resulta que los números Fibonacci son mucho más interesante de lo que él se imaginaba, y en las plantas, en todo tipo de aspectos diferentes de las plantas se encuentran estos números, y si no se encuentran estos números, generalmente se encuentra el doble de estos números. Se encuentra 6, 10, 16..

Punset: Ya veo.

Ian: Y hay otra secuencia que es básicamente 4, 7, 11, 18, que aparece algunas veces. Pero si tomamos una flor.

Punset: Un lirio.

Ian: Sí, un lirio tiene comúnmente 3 pétalos. Una margarita tendrá 21, 34 o quizá 55 ...

Punset: 55. Tenemos algunas margaritas aquí.

Ian: Coge una margarita.

Punset: Esto es una margarita.

Ian: Así es. Si la miramos...

Punset: Esta margarita dices que ...

Ian: Nos llevará un rato el contarlos pero probablemente

Punset: Probablemente tiene 55...

Ian: Creo que esta tiene 55, ya que si tuviera 34 sería menos densa. Y sé, porque he contado este tipo de margaritas, que realmente se obtienen estos números, 34 o 55. A veces tienen 33 y esto es porque se ha caído uno de los pétalos.

Punset: Y esto ¿por qué es así¿ ¿Es algo genético o es de otro tipo?

Ian: La razón es de otro tipo.

Punset: De otro tipo

Ian: La genética puede que escoja cuál de estos números va a darse, pero la genética no puede decidir usar unos números determinados, o al menos no de manera fácil. Los números surgen a causa de la forma en que crece la planta. No es exactamente la flor como tal, es toda la estructura de crecimiento de la planta. Y a medida que la planta va creciendo, pequeños grupos de células -pequeños bloques de células- se crean, adquieren existencia, crecen...

Punset: En busca del modelo.

Ian: Sí, y tienen que encajar entre sí de manera que constituyan una planta. Y el hecho de que tienen que encajar entre sí es lo que determina estos números. No es obvio, ha llevado 200 años a los matemáticos el resolverlo. Si tuviera 20 minutos podría explicar en detalle cómo funciona, pero básicamente lo que sucede es que los elementos que forman una planta, cuando la planta se desarrolla, se disponen formando un modelo en espiral. Forman una espiral, y la naturaleza de esta espiral determina los números de Fibonacci. Por tanto, los números son un indicio de que existe alguna regularidad en el crecimiento de la planta. Hay algo en relación con el crecimiento de las plantas que los matemáticos tenían que desvelar.

Punset: Y tiene que haber una regularidad para que todas encajen ... para que puedan formar una planta.

Ian: Así es. No sólo son los números lo que se tiene que comprender, sino todo el proceso que da lugar a estos números. Si todo lo que hubiéramos comprendido, al final del proceso, era que aparecían estos números, esto habría sido un avance pero no muy grande. Pero al observar que estos números surgen de la dinámica de la planta en crecimiento, se entra en un área muy rica de las matemáticas que va mucho más allá de los simples números. Así que los números nos han abierto

todo este panorama.

Punset: Ian, hay otro tipo de modelo, que ha sido popularizado por dos científicos rusos B & Z, estas son las iniciales. Y ahí tenemos un modelo que crece no para obtener una planta o una galaxia, crece independientemente ... se ponen dos líquidos, o dos productos químicos en un plato - ya lo veremos en la pantalla - y de manera autónoma, independientemente, aparece un modelo.

Ian: Sí, este es un ejemplo fascinante de algo que la gente no solía creer. Esto es un modelo creado por la naturaleza de manera espontánea, por su propia iniciativa.

Punset: No es necesario tirar la piedra en el estanque.

Ian: El estanque puede crear las ondas sin la piedra. Esto es lo que parece que sucede en este experimento químico. Se mezclan los productos químicos adecuados, se espera un rato hasta que se vuelven transparentes y se añada otro producto químico de otro color, primero es rojo y luego se vuelve azul. Entonces se agita hasta que se mezcla por completo -sin estructura- y se vierte a un plato, y entonces uno se sienta y espera. Durante un ratito no pasa nada, y luego aparecen unos puntitos azules...

Punset: Acabamos de ver esto en tu despacho.

Ian: Sí, y se supone que hay algo en el lugar donde se forma el punto que es lo que hace que se forme, pero en realidad nadie sabe por qué se forman estos puntos azules. Pero lo cierto es que se forman. Una vez formado, cada punto azul actúa como centro alrededor del cual se forma un modelo de anillos concéntricos, un modelo como de diana: como la diana de cuando se hace tiro al arco, que tiene una serie de anillos concéntricos, anillos pequeños y otros mayores y mayores y mayores. Esto causa anillos rojos y azules, y los anillos se expanden lentamente y llegan a tocarse y se combinan entre si generando formas curiosas. Así se obtienen estos bellísimos modelos que se forman espontáneamente. Belosov y Zavatinski fueron los dos rusos que ... Belosov descubrió esto en los años 50. Zavatinski halló un método mucho mejor para obtenerlo en los 60. Nadie creía a Belosov... decían que no podía ser. Y Zavatinski demostró de forma tan obvia que esto podía suceder, que ya nadie pudo negarlo. Desde entonces se ha trabajado muchísimo en esta reacción no relacionada, ya que ésta es una versión de laboratorio, es una versión de juguete, de algunas cosas muy importantes que suceden en el mundo real. Las marcas de los animales, como las rayas de las cebras… Cuando la zebra es un embrión, y está creciendo, se produce algún tipo de modelo de cambio genético...

Punset: Pero no todo...

Ian: No todo, un pre-modelo. Un modelo oculto según el cual los genes en algunos lugares están preparados para formar el negro, los genes en otros lugares están preparados para formar el blanco. No los forman hasta que el animal es mucho mayor, pero ya cuando es un pequeño embrión todo ese modelo está encriptado para ser ejecutado. Y es ejecutado mediante un proceso similar a la reacción de Belosov-Zavatinski.

Punset: De manera que en realidad, como decías antes, no es que no haya una razón, o no haya causa, que produzca el modelo, lo que sucede es que esta causa puede ser tan diminuta, tan casi inexistente, que no se ve pero está ahí.

Ian: Sí, está ahí. Tiene que haber algo que de lugar a la formación de estos modelos.

Punset: Pero como no se puede...

Ian: Es muy pequeña y puede que no esté localizada. Puede que no se produzca en aquel punto en concreto. Es posible que en alguna parte del plato la concentración de algún producto químico fuera ligeramente inferior a la de otro lugar del plato. Hay alguna causa que lo produce pero no sabemos lo que es. Pero lo que sucede, una vez que se ha desencadenado, es mucho más grande y tiene su propia estructura.

Punset: ¿Tiene algo que ver con el efecto mariposa?

Ian: Sí, el efecto mariposa de la teoría del caos dice que si tienes un proceso que está en movimiento, que se está formando, y se hace en algún lugar un pequeño cambio, esto puede alterar el proceso siguiente del proceso total, de todo.

Punset: De todo el proceso, de todo el mundo.

Ian: Eso es, todo el mundo será diferente como resultado ya que cambia todo el universo. Por lo tanto podemos observar algo del efecto mariposa aquí.

Punset: Cuando observamos estos modelos naturales, el del estanque, de las galaxias, o de las ranas, o de los productos químicos ¿podemos pensar que también hay modelos que evolucionan en la vida real y en las emociones?

Ian: Creo que sí. El cerebro humano, en si, es un modelo que se ha desarrollado. El cerebro ha desarrollado una estructura para analizar el mundo que nos rodea, para hacer predicciones sobre el mundo que nos rodea, y realizar todo tipo de cosas interesantes. Acabo de regresar de un viaje a EEUU donde he estado hablando con unos colegas de la universidad de Boston que están trabajando con el sistema visual: la parte del cerebro humano, el ojo, el nervio óptico, la parte que detecta lo que vemos. Ellos están particularmente interesados en los modelos de alucinaciones. Esto es cuando las personas...

Punset: Ven cosas que no existen.

Ian: Cosas que no están ahí, y en ocasiones esto sucede porque toman un tipo determinado de drogas. En los años 60 los hippies veían estas cosas, y lo que se puede ver son espirales, modelos de espirales complejas. Sin embargo estas espirales no existen, no están en el ojo, son ondas que viajan por el cerebro -a través del córtex visual del cerebro- y es muy simple, estas ondas son modelos de líneas, de líneas en movimiento.

Punset: Las espirales.

Ian: Sí. Bueno, el cerebro interpreta... si le muestras al ojo una espiral, debido a la geometría entre ojo y el cerebro, el cortex visual en realidad detecta espirales. Se activa como un modelo de espirales, y también sucede al revés, si se activa el cortex directamente con un modelo de líneas y lo interpreta como si fueran espirales. Lo que se ven son espirales, pero las alucinaciones no ven nada que exista en realidad. Lo que estamos haciendo es intentar comprender los modelos de estas líneas y de otras cosas, en el córtex visual. Y lo que aparece es que el córtex visual humano tiene una estructura matemática bellísima relacionada con la disposición de las diferentes neuronas que lo componen y la conexión entre ellas. Son unos pequeños conjuntos locales que se conectan de tal forma que pueden detectar una dirección, una línea. Y en toda esta línea todos los otros conjuntos de neuronas están predispuestos para ver la misma línea.

Punset: Y de forma geométrica ¿es una imagen bonita?

Ian: Se puede hacer una figura geométrica preciosa que es como una colmena con conexiones cruzadas.

Punset: Como un tipo de figura islámica.

Ian: Correcto, pero en el cerebro real todo esto está un poco difuminado, es poco preciso y no es exacto. Pero la estructura base es casi como una colmena, y nuestro sistema de visión no funcionaría sin esta estructura.

Punset: Estructura matemática.

Ian: Estructura matemática. Por lo tanto, en nuestra cabeza hay un poco de matemáticas. Y esas matemáticas hacen que funcione nuestro sentido de la visión.

Punset: Esta es una parte de la entrevista y ahora ponemos un documental...

Punset: Nos estamos moviendo hacia una complejidad en la comprensión de las cosas. Permíteme que te haga una pregunta: ¿son las plantas -esta margaritas que estábamos observando- son las plantas -pese a ser tan complejas que toman dióxido de carbono de la atmósfera, agua y hacen mucho más interesantes a los nutrientes de azúcar que usan para crecer-, quiero decir, incluso siendo complejas, lo son menos que este cerebro del que hablabas? Por supuesto ellas no tienen cerebro, pero ¿son menos complejas las plantas?

Ian: Las plantas son más complejas de lo que nos pensamos, y las personas están empezando a comprender que incluso las plantas pueden comunicarse. Por otra parte los humanos son, en algunos aspectos, más complejos en su comportamiento y en lo que pueden hacer. Pero por ejemplo más de la mitad de los genes humanos se pueden encontrar -los mismos genes- en una coliflor. Compartimos el 50% de genes con las coliflores.

Punset: Con una coliflor.

Ian: Estos son los genes que forman las células, que regulan las células, que las combinan entre ellas, antes de llegar al punto de ¿qué vamos a crear al combinar esto? Existen muchos genes para crear las células y para hacer que funcionen adecuadamente. Por lo tanto lo que cuenta , en realidad, no es la cantidad sino la calidad. Al fin y al cabo sólo somos un 2% genéticamente diferentes de los chimpancés. Sin embargo tenemos toda una parte de, por ejemplo, el lenguaje que los chimpancés no tienen -no como la tenemos nosotros.

Punset: ¿Y por qué hablamos entonces de la complejidad de los seres humanos, y no digamos ya del caos? (Luego hablaremos del caos.) ¿Qué es complejo? ¿Qué significa, que se quiere dar a entender con esto?

Ian: Las ciencias comenzaron cuando comenzaron a comprender cosas que ahora las volvemos a mirar y decimos, esto es sencillo. Los planetas que se mueven en el cielo: la respuesta es una respuesta sencilla. Puede que sea difícil hallar esta respuesta, pero se trata de unos sistemas bastante sencillos. Ahora, los científicos han comprendido la mayoría de las cosas sencillas en el mundo, y se dan cuenta de que muchas de las cosas que se creían simples son en realidad complejas. Por ejemplo, cómo crecen las ranas a partir del embrión hasta convertirse en una rana, o comprender toda la evolución del universo, o si se quiere comprender la evolución de los humanos, o cómo funciona un cerebro humano: todos estos son sistemas complejos, por tanto los científicos han comenzado a mirar a la complejidad. Pero claro, la ciencia gira alrededor de buscar modelos, por tanto estamos buscando modelos ocultos en la complejidad y tenemos esta palabra que está de moda entre los científicos, la complejidad ...

Punset: Ian, estoy buscando ... en uno de tus libros aparece el reflejo de una gota de agua.

Ian: Esto esta en "Nature's numbers"

Punset: Aquí esta.

Ian: Una sola gota de agua cayendo. ¿Qué forma tiene una gota de agua que sale del grifo? Tenemos un grifo que gotea en la cocina; si abrimos un poco el grifo, podemos observar cómo se forma una gota y poco a poco esta gota va engordando hasta que se separa. Si nos preguntamos qué forma tiene todos pensamos que la forma es la clásica de una lágrima. Esto es, redondeada en la parte inferior y apuntada en la superior. Es esto [53:16] (señala con el dedo) pero no lo es. Es una forma completamente diferente y muy compleja. Al caer la gota deja una estela, y esta estela se rompe en muchas gotitas. Por tanto lo que se obtiene es una gota grande de forma casi esférica y gotitas que se van haciendo cada vez más pequeñas, unas siguen a las otras, y cuando todas caen se empieza a formar la próxima gota. Si hacemos este experimento con un líquido más viscoso que el agua, como el sirope, se forma un hilo largo y fino que se hace cada vez más fino. En los experimentos se puede llegar a ver cuatro o cinco etapas donde el hilo se hace cada vez más fino, y puede seguir así casi hasta siempre, hasta una escala atómica.

Punset: Por lo tanto desde la simplicidad se llega a ...

Ian: Una gota de agua es un sistema muy complejo porque ¿cuántas moléculas hay en una gota de agua? Es gigante, es enorme, por lo tanto hay sitio para una gran complejidad. Por tanto, en lugar de ver en una gota de agua algo muy simple, vemos un objeto muy complejo, un sistema de moléculas interactivas muy complicado, por tanto...

Punset: Ian, déjame que reflexione sobre una cuestión. Las matemáticas, al contrario que todas las otras disciplinas, son universales. 2 + 2 es lo mismo en todas partes. Y de alguna manera ... tu dices que está en la base de nuestro cerebro. Por tanto siendo tan universales ¿por qué hay tantas culturas? Quiero decir que la base parece que es la misma, sin embargo tenemos las cultura islámica, la cultura occidental...

Ian: Sospecho que si nos encontráramos criaturas de un lejano... quizá no de un planeta. Si nos encontráramos criaturas de una galaxia lejana que ha vivido una vida completamente diferente a la nuestra, podríamos pensar... quizá tendrían un sistema diferente de matemáticas. Y nos daríamos cuenta de que el arte no es todo lo universal que nos gustaría que fuera. Por ejemplo, 2 + 2 = 4, y no creo que en una cultura ajena 2 + 2 = 5, pero quizá no comprenderían muy bien lo que quiere decir 2, o +, o 4.

Punset: A nosotros nos llevó muchísimo tiempo comprender lo que era el cero ¿no?

Ian: Sí, el cero es muy difícil... ya que no es un número. Un número es una serie de cosas y el cero no lo es ya que no tiene ninguna cosa. Vivimos en un mundo que está lleno de objetos discretos: si vamos a la playa nos encontramos una piedrecita, y otra piedrecita y otra piedrecita. Somos muy buenos en las matemáticas discretas de contar, uno, dos tres, cuatro, cinco. Creo que la razón por la cual diferentes culturas tienen todas este mismo tipo de matemáticas es porque en nuestro fuero interno nos gusta... tenemos animales, tenemos vacas, ovejas, perros, cabras y nos gusta saber cuántas cabras tenemos, nos gusta llevar la cuenta de este tipo de cosas, y al rey le conviene saber cuántos son para cobrar los impuestos. Por lo tanto todas las culturas tienen muchas cosas en común, y nuestras matemáticas derivan en cierta parte...

Punset: de esta vocación...

Ian: Es una mezcla del tipo de cosas que interesa a los seres humanos, porque son seres humanos que viven en el tipo de planeta en que viven, y el tipo de cosas que hay disponibles en el universo para que nosotros las utilicemos de alguna forma. Por lo tanto es una mezcla de las dos cosas. Así, unos extraterrestres que ... imaginemos unas criaturas que vivieran en una nube de gas, que fueran una curiosa nube de gas ellos mismos: tendrían una maravillosa capacidad de comprensión de las matemáticas de modelos fluctuantes en gases.

Punset: Que nosotros no tenemos.

Ian: Mucho mejor que la nuestra. A nosotros nos resulta muy difícil este tipo de cosas. Ellos encontrarían los números muy

difíciles. Si los conociéramos, ellos nos contarían muchas cosas de las matemáticas de los gases y nosotros les contaríamos una cantidad increíble de cosas fascinantes del mundo de las matemáticas de los números, en las que quizás ellos nunca habrían pensado. Y sería muy interesante encajarlas. Llevaría algún tiempo, pero se puede hacer.

Punset: Como hacer converger IBM con, con...

Ian: Exacto, yo lo hago constantemente. Trabajo con gente que pertenece a otras disciplinas científicas, son extraterrestes que proceden del mismo tipo de planeta, pero viven en el planeta Biología, no en el planeta Matemáticas. Y lleva cinco años alcanzar un buen nivel de dialogo.

Punset: Fundir la cultura de las dos partes.

Ian: Aunque ambos somos científicos y hablamos inglés.

Punset: En el programa Redes tenemos un concurso que creo que ya lleva dos meses en el que pedimos a los participantes que reflexionen sobre otras formas de vida no basadas en el carbono y el agua como la nuestra. Es increíble, tenemos ya unas 300 sugerencias digamos científicas. En este proceso de reflexión acerca de los modelos de las matemáticas ¿has pensado alguna vez en otras formas de vida? Bueno, de hecho ya lo has dicho...

Ian: Sí, sí.

Punset: ¿Cuál sería tu sugerencia para participar en la competición de REDES -y nos lo apuntamos?

Ian: Me he planteado esto de diversas maneras. En algunos de nuestros libros acerca de las matemáticas, acerca de la manera como funciona el mundo, el gran modelo que no comprendemos es la vida. ¿Qué es la vida? No creo que se llegue a la esencia de la vida diciendo simplemente, está hecha de ADN, está hecha de estas moléculas que se agrupan de esta manera. Esta es una forma de vida, y es la única que realmente hemos observado. Pero creo que la vida es un concepto más abstracto, más general. Intentaré pensar en ello, pero en estos momentos carezco de las matemáticas para hacerlo seriamente. Entre un amigo y yo hemos escrito una novela de ciencia ficción, y algunas de nuestras ideas sobre esto están desarrolladas en la novela. Tenemos muchas formas de vida diferentes, y no todas están basadas en el carbono. Mi favorita es la que llamamos plasmoides. Estas criaturas viven en la superficie de una estrellas.

Punset: Mucho calor.

Ian: Sí, mucho calor. Hay algunas en nuestro sol, pero no lo sabemos ya que no se comunican mucho. Están hechas de vórtices magnéticos.

Punset: ¿Vórtices magnéticos?

Ian: Sí, pequeños núcleos de magnetismo que están unidos entre sí, como los eslabones de una cadena, que tiene unos enlaces muy complejos. Como matemático se que los enlaces son extraordinariamente complicados. Son mucho más complicados que el ADN. Estos plasmoides, si existieran, podrían ser mucho más complejos que una criatura basada en el ADN; y en nuestra novela lo son.

Punset: ¿Qué caracteriza estos enlaces?

Ian: Están hechos de magnetismo.

Punset: Magnetismo, sólo magnetismo.

Ian: Sí, sólo magnetismo. En un plasma de reacción nuclear muy caliente en el sol.

Punset: ¿Se pueden percibir?

Ian: Sí, si estuviéramos allí podríamos percibirlos, pero creo que con los equipos astronómicos actuales ... desde un satélite no podemos ver ninguna criatura viva en la superficie de la tierra. Quizá desde un satélite militar con una cámara muy buena, pero desde un satélite de comunicaciones con un equipamiento estándar no se puede ver más que cosas de la escala de una montaña, pero no se puede llegar a ver un ser vivo; se puede llegar a ver un bosque… Bueno, si estas criaturas vivieran en el sol, el hombre no podría detectarlas, pero quizá podríamos detectar el efecto de su presencia. Todo el modelo... verás, el sol no produce muchos neutrinos como afirman con seguridad los físicos teóricos. Ahora bien, en el mundo real creo que la física teórica tiene razón. En nuestra novela decimos que esto es así porque los plasmoides de hecho se comen a neutrinos, están alterando toda la dinámica de las reacciones solares.

Punset: Lo pondremos ... voy a hacer un diseño 3D y lo enviaré para ver cómo son tus plasmoides.

Punset: Hay una pregunta inevitable. Algunas personas han comenzado a decir que del mismo modo que nosotros tenemos necesidad de una nueva física para entender algunos aspectos de la estructura del universo hechos de materia, estamos empezando a necesitar unas nuevas matemáticas para comprender bien sistemas que son caóticos, por ejemplo. ¿Es así? ¿Qué enseñáis aquí?

Ian: Ya hace unos cuantos años que enseñamos teoría del caos a nuestros estudiantes de la licenciatura, en algunos de nuestros cursos. Hace veinte años, o más, enseñábamos lo que entonces era uno de los campos de moda en matemáticas, que era la teoría de la catástrofe. Trataba de cambios súbitos en la estructura de la materia; por ejemplo: sostienes un palo, comienzas a curvarlo, y de repente se rompe. ¿Cómo sucede esto? O bien otro ejemplo son las poblaciones de leamings, que según la mitología de leamings cada cuatro o cinco años se suicidan en masa, saltan desde un acantilado. No creo que lo hagan, realmente, pero algo curioso les sucede, y este es otro ejemplo. Entonces enseñábamos esto. Aquí siempre hemos intentado ofrecer una mezcla de cursos a nuestros estudiantes. Hay que darles los elementos básicos de las matemáticas, algunos de los cuales ya tienen más de doscientos años, ya que las buenas matemáticas no mueren. Pero también hay que dejarles probar, y alcanzar una cierta comprensión, de las nuevas matemáticas, y hay que decirles que son matemáticas nuevas. Creo que el curso más reciente en el que he participado es sobre fractales. Los fractales son matemáticas muy nuevas referidas a estructuras muy intrincadas, estructuras que presentan complejidad a muchísimas escalas diferentes. Si las miramos bajo un microscopio son muy diferentes y siguen siendo muy complicadas.

Punset: Y se repiten ¿no?

Ian: Sí, se repiten. Un buen ejemplo es el helecho. Si coges un helecho y lo divides, y observas una de las partes, es un helecho en miniatura. Un árbol, se trocea y tiene aspecto de árbol. Un bonsai, los bonsai japoneses, árboles en miniatura, la razón por la que tienen aspecto de árboles en miniatura es porque las partes pequeñas de un árbol tienen el aspecto de un árbol completo. Por lo tanto un árbol está hecho de árboles más pequeños, un helecho de helechos más pequeños, una montaña de montañas más pequeñas, etc. Las matemáticas de esto se llaman fractales. Quizá no ha existido como asignatura durante los últimos 30 años, empezó a hacerse popular a finales de los 60. Se puso de moda en los 70 y los 80, esto son nuevas matemáticas y surgieron de intentar entender los modelos que se presentan en la naturaleza, sobre los que no se había pensado antes. La gente miraba a una montaña y decía: aquí no hay ningún modelo matemático, es una simple pila de piedras al azar. Pero no es al azar.

Punset: ¿Cómo empezáis la investigación en matemáticas? En biología se empieza con una larva y comienzas a estudiarla

buscando en el estómago...

Punset: Bueno, supongo que para los biólogos la investigación en un nuevo campo es fácil, en el sentido de que toman una larva y deciden estudiar el estómago y buscan el estómago, y el fisiólogo... Pero cuando un estudiante ha terminado sus estudios en tu departamento ¿cómo comienza a investigar? Quiero decir: está en un mundo invisible lleno de modelos. ¿Por dónde comienza a buscar, a pensar?

Ian: Bueno, las matemáticas en sí están llenas de problemas sin solucionar. Hay muchos problemas que no están solucionados, que no se han podido solucionar todavía y que nos gustaría solucionar. Por lo tanto una manera es concentrarse en uno de estos problemas, que si tú no conoces, alguien que sea un poco mayor que tú y que lleve más tiempo investigando puede conocer. Esta es una forma, y esta forma es la resolución de problemas generados internamente por la estructura misma de las matemáticas. Cuando se lleva un cierto tiempo en este campo es muy fácil pensar en nuevas preguntas de este tipo. Cuando se va a clase, en lugar de pensar lo bien que está hecho todo, se puede preguntar: ¿qué es lo que no ha resuelto? ¿podemos ir más allá? ¿podemos mejorarlo? ¿podemos unir esto a algo más?

Punset: Sé de un problema en el que tú has estado involucrado, el comportamiento de multitudes, por ejemplo. Dime algo sobre esto.

Ian: Sí. Este es un ejemplo que no surge de las matemáticas, sino que se genera fuera de las matemáticas. Este surgió a partir de problemas prácticos. El flujo de las multitudes es un gran problema práctico ya que en la actualidad construimos grandes estadios deportivos, los llenamos de grandes números de personas, y es posible que haya victimas mortales si el flujo de las multitudes no es el correcto. Existen temas de seguridad. Si hay demasiadas personas en un mismo sitio puede ser muy peligroso. Y una multitud de gente es un objeto muy complicado de comprender según las matemáticas tradicionales. Se ha intentado comprender una multitud comparándola a un tipo de fluido, la gente fluye en el edificio; pero la gente puede fluir en un mismo pasillo en direcciones contrarias, y esto es algo muy difícil de hacer con un fluido: por lo tanto el modelo del fluido no funciona muy bien, conduce al error. En los últimos años, uno de mis estudiantes, que ahora es director de una empresa que presta sus servicios para estudiar modelos de multitudes, ha concebido una forma de comprender los modelos ocultos que hay detrás de lo que aparentemente es una multitud confusa. Esto está relacionado con las reglas del comportamiento individual dentro de la multitud. Al moverse en una multitud subconscientemente se aplican ciertas reglas de autoprotección, ciertas reglas primarias para moverse en el interior de la multitud. No se piensa en ello conscientemente, ni se aplican exactamente, pero hablando en general uno sabe a dónde quiere ir y tiene cierta idea de la ubicación del lugar en el edificio, y se busca un espacio en lo que aproximadamente es la dirección correcta; cuanto más cerca se está del lugar se está más contento, y si se consigue ver el espacio uno se desplaza hacia él. Y si se construye un modelo informático basado en reglas matemáticas y se toman, por ejemplo, 100.000 personas, y se aplican esas reglas a cada uno de los individuos...

Punset: Solamente con el ordenador...

Ian: Sólo con el ordenador se pueden hacer los cálculos. Pero sólo con una mente humana se pueden entender las reglas que se aplican a esos cálculos. Si se juntan las dos se obtiene una herramienta muy práctica.

Punset: Esto me lleva a una última reflexión, Ian. ¿De qué modo los ordenadores han cambiado o están cambiando las matemáticas?

12:58
Ian: Lo que han hecho los ordenadores ha sido proporcionar a los matemáticos un instrumento maravilloso para hacer cantidades enormes de cálculos fácilmente, rápidamente y de manera segura. Es una forma de realizar experimentos, experimentos matemáticos. Es una manera de decir qué pasaría si... probémoslo y veamos lo que sucede; si resuelvo estas ecuaciones, qué tipo de respuestas obtengo. Esto no detiene el estudio de las matemáticas, pero desplaza su énfasis un poco. Mientras que en el pasado hubiéramos publicado largos cálculos complicados para poder decir esta es la respuesta, ahora hacemos esto en cinco minutos en el ordenador, aunque puede que invirtamos unos cuantos días en prepararlo para que pueda hacerlo. Y así decimos, muy bien, esta es la respuesta a este problema, veamos otro parecido a ver cuál es la

respuesta, y luego otro y otro… y nos damos cuenta de que hay un modelo. Por ejemplo, con nuestro problema de multitudes. Tenemos un estadio lleno de gente y observamos cómo las multitudes fluyen en él. Pero se puede cambiar la naturaleza de esa multitud. Puedes observar a jóvenes - que se mueven muy de prisa- o una multitud de gente mayor -que se mueve muy despacio-, o una multitud con niños: dependiendo de estas diversas características se obtienen respuestas diferentes. Si se tienen todas, entonces el matemático puede decir: aquí se aprecia un modelo.

Punset: Entonces sería correcto decir que en el futuro nos va a importar menos que nuestros hijos aprendan las multiplicaciones y las divisiones y en cambio se ocuparán más de observar modelos.

Ian: Aquí me puedo meter en un buen lío si te doy la razón, pero hasta cierto punto creo que es verdad. Algunos aspectos de la mecánica de hacer las sumas, de hacer las matemáticas, la aritmética… no es necesario hacer eso, o practicarlo del modo en que solíamos hacerlo, ya que tenemos una máquina que puede hacerlo. Por otra parte si esta máquina nos ha de decir algo, tenemos que saber cómo utilizarla, y en parte saber usar el ordenador es tener una idea de lo que en realidad está haciendo. Por lo tanto no creo que vaya a ser tan fácil como eso. Creo que los niños van a tener que saber todavía qué son los números, lo que es la suma y la multiplicación, pero recuerdo que a mi me enseñaron unas reglas de una gran complejidad para hacer largas divisiones, dividir un número grande por otro número grande. Se obtiene igual intuición sobre esto practicándolo varias veces en una calculadora y viendo qué tipos de respuestas se obtienen. Pero el trabajo del profesor es estructurar esto para que no se tenga que hacer montones de sumas y obtener montones de respuestas. Con unas cuantas sumas se adquiere la intuición de cuál será la respuesta. Se necesita ... lo realmente importante cuando se utiliza la tecnología es que antes de empezar se tenga una idea de qué tipo de respuesta se va a obtener. Más o menos cómo debería ser el número de grande. Si digo cuánto es 1.000 dividido entre 3, y tu respuesta es 3 millones, algo falla. Necesitas ver esto e identificarlo. Esto sucedió en uno de nuestros modelos de multitud. Teníamos un modelo de multitud precioso, lo que pasaba es que ... de hecho cometimos un error y los trenes se llevaban a la gente de la estación cuatro veces más de prisa de lo que realmente podían hacerlo. La multitud debería haberse ido acumulando en la estación, pero nuestro ordenador decía que no lo hacía. Nosotros no miramos a las imágenes del ordenador y dijimos, sí, nos lo creemos, no se acumularán en la estación. Dijimos, entendemos de trenes, conocemos su frecuencia, sabemos cuánta gente se baja aquí, no nos creemos que los trenes puedan llevar a tanta gente, debe haber algún error ¿Qué es lo que falla aquí? Había un error en el programa, lo alimentamos con números incorrectos.

Punset: Había un error en los cálculos, no en el modelo.

Ian: No en el modelo, el modelo era correcto. Pero introducimos en el ordenador los números de cuanta gente podían transportar los trenes cada minuto. Y los números que le dimos eran cuatro veces más grandes de lo que debían haber sido. Sé por qué cometimos ese error: los trenes pasaban cada cuatro minutos, pero alguien pensó que pasaban cada minuto.

Enlaces Interesantes

http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/hofstadter.pdf#search=%22ian%20stewart%22
http://en.wikipedia.org/wiki/Ian_Stewart_(mathematician)
http://www.twbookmark.com/authors/30/2010/
http://frontwheeldrive.com/ian_stewart.html

SOCIEDAD CANARIA DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS
• ISAAC NEWTON •

Descargar en PDF Comentarios

Contactar Colaboradores y sponsors Estadísticas Buscar