

TERRI PRATCHETT
IAN STEWART Y JACK COHEN



La
CIENCIA
en
MUNDODISCO

LA CIENCIA EN MUNDODISCO

Terry Pratchett, Ian Stewart y Jack Cohen

Traducción: Graciela Inés Lorenzo Tillard

(con colaboración de F. Xixoxux y Fabio)

Portada adaptada por Jota

Índice

LA HISTORIA COMIENZA AQUÍ -----	6
UNO -----	11
DESINTEGRANDO LA TAUMATURGIA -----	11
DOS -----	18
LA CIENCIA DE LA CANCHA SE SQUASH -----	18
TRES-----	23
CONOZCO MIS HECHICEROS -----	23
CUATRO -----	26
CIENCIA Y MAGIA -----	26
CINCO-----	38
EL PROYECTO MUNDOGLOBO -----	38
SEIS -----	44
COMIENZOS Y CONVERSIONES-----	44
SIETE-----	54
MÁS ALLÁ DEL QUINTO ELEMENTO-----	54
OCHO-----	60
SOMOS POLVO DE ESTRELLAS -----	60
NUEVE-----	71
¡COME NAFTA CALIENTE, PERRO MALDITO! -----	71
DIEZ-----	74
LA FORMA DE LAS COSAS-----	74
ONCE -----	83
NUNCA CONFÍES EN UN UNIVERSO CURVADO -----	83
DOCE -----	86
¿DE DÓNDE VIENEN LAS REGLAS? -----	86
TRECE -----	96
NO, ESO NO PUEDE HACERLO. -----	96
CATORCE-----	101
MUNDOS DISCO -----	101
QUINCE -----	118
EL AMANECER DEL AMANECER -----	118
DIECISÉIS-----	122
TIERRA Y FUEGO-----	122
DIECISIETE -----	131
TRAJE DE HECHIZOS -----	131
DIECIOCHO -----	138

AIRE Y AGUA-----	138
DIECINUEVE -----	148
HAY UNA MAREA... -----	148
VEINTE -----	152
UN SALTO GIGANTE PARA LA LUNIDAD. -----	152
VEINTIUNO-----	161
LA LUZ MEDIANTE LA CUAL SE VE LA OSCURIDAD-----	161
VEINTIDÓS-----	163
LAS COSAS QUE NO SON -----	163
VEINTITRÉS -----	169
SIN POSIBILIDAD DE VIDA -----	169
VEINTICUATRO -----	175
A PESAR DE LO CUAL... -----	175
VEINTICINCO -----	182
SELECCIÓN ANTINATURAL -----	182
VEINTISÉIS -----	187
LA DESCENDENCIA DE DARWIN -----	187
VEINTISIETE -----	200
NECESITAMOS MÁS GLOBITOS -----	200
VEINTIOCHO -----	203
EL ICEBERG DEVINO -----	203
VEINTINUEVE -----	209
GRAN SALTO DE COSTADO -----	209
TREINTA-----	218
ARENA UNIVERSAL PARROQUIAL -----	218
TREINTA Y UNO-----	224
EL FUTURO ES TRITÓN -----	224
TREINTA Y DOS-----	229
NUEVE CONTRA DIEZ -----	229
TREINTA Y TRES -----	238
APESTOSOS LAGARTOS TODAVÍA -----	238
TREINTA Y CUATRO -----	247
LA MUERTE DE LOS DINOSAURIOS-----	247
TREINTA Y CINCO -----	258
REINCIDENTES -----	258
TREINTA Y SEIS -----	261
MAMÍFEROS EN CONSTRUCCIÓN -----	261
TREINTA Y SIETE -----	274
NO JUGAR A DIOS -----	274

TREINTA Y OCHO -----	278
HORMIGUERO POR DENTRO -----	278
TREINTA Y NUEVE -----	285
OOK: ODISEA ESPACIAL -----	285
CUARENTA -----	290
EXTEL AFUERA -----	290
CUARENTA Y UNO -----	299
EL GEMIDO CONTINÚA -----	299
CUARENTA Y DOS -----	305
MODOS DE DEJAR NUESTRO PLANETA -----	305
CUARENTA Y TRES -----	313
SE NECESITA QUELONIUM -----	313
CUARENTA Y CUATRO -----	317
EDÉN Y CAMELOT -----	317
CUARENTA Y CINCO -----	321
TANTO EN EL CIELO COMO EN LA TIERRA -----	321

LA HISTORIA COMIENZA AQUÍ

HABÍA UNA VEZ, un Mundodisco. Todavía hay una adecuada provisión.

Mundodisco es un mundo plano, llevado por el espacio sobre el lomo de una tortuga gigante, el cual ha sido la fuente de, por lo menos, treinta y tres novelas, cuatro mapas, una enciclopedia, dos series animadas, camisetas, pañuelos, modelos, distintivos, cerveza, bordados, lapiceras, afiches, y probablemente, para el tiempo de esta publicación, talco y perfume (si no, habrá sido solamente por falta de tiempo).

Se ha vuelto, en poco tiempo, inmensamente popular.

Y Mundodisco opera sobre magia.

Mundoglobo, nuestro planeta natal, y por extensión, el universo en el cual se apoya, opera sobre reglas. De hecho, simplemente *opera*. Pero hemos observado su operar, y dichas observaciones y sus consiguientes deducciones, son la verdadera base de la ciencia.

Los magos y los científicos son, frente al hecho, polos opuestos. Por cierto, un grupo de personas que frecuentemente viste de manera extraña, vive en su propio mundo, habla un idioma especializado y hace frecuentes afirmaciones que parecen ser una brecha en el sentido común, no tiene nada en común con un grupo de personas que frecuentemente viste de manera extraña, vive en su propio... er...

Tal vez debiéramos intentar esta otra manera. ¿Hay alguna conexión entre la magia y la ciencia? ¿Puede la magia de Mundodisco, con sus hechiceros excéntricos, sus brujas enterradas, sus trolls obstinados, sus dragones lanzadores de llamas, sus perros parlantes, y la muerte personificada, albergar cualquier luz útil de una ciencia racional, dura, sólida y terráquea?

Eso pensamos.

Explicaremos el por qué en un momento, pero antes, permítanos aclarar que *La Ciencia de Mundodisco* no lo hará. Hay varios libros del tipo *La Ciencia de...* en este momento, como *La Ciencia de los Archivos X*, o *La Física de Star Trek*. Ellos les dirán acerca de las áreas de la ciencia de hoy que un día pueden orientarse hacia sucesos o dispositivos que la ciencia desprecia. ¿Acaso los extraterrestres se estrellaron en Roswell? ¿Podrá ser inventado alguna vez el paseo por antimateria? ¿Tendremos alguna vez esas baterías de larga duración que Scully y Moulder usan en sus antorchas?

Podríamos haber tomado ese atajo. Podríamos, por ejemplo, haber señalado que la teoría de la evolución enunciada por Darwin explica cómo las formas de vida más bajas evolucionan hacia otras más altas, por lo que resulta ser completamente razonable que el hombre debiera evolucionar hacia un orangután (aunque se parezca a un bibliotecario, ya que no existe forma de vida más elevada que la de un bibliotecario). Podríamos haber especulado acerca de cuál secuencia del ADN puede incorporar confiablemente líneas de asbesto en los interiores de un dragón. Podríamos haber intentado incluso explicar cómo se puede conseguir una tortuga de diez mil millas de largo.

Decidimos no hacer nada de esto, por una buena razón... um, dos razones.

La primera es que eso sería... er... estúpido.

Y eso por la segunda razón. Mundodisco no opera sobre líneas científicas. ¿Por qué pretender que podría? Los dragones no respiran fuego porque tengan pulmones de asbesto... respiran fuego porque todo mundo sabe que es así.

Lo que opera a Mundodisco es más profundo que la simple magia y más poderoso que la pálida ciencia. Es un *imperativo narrativo*, la energía de una historia. Juega un rol similar a la sustancia conocida como phlogiston, que una vez fue pensada como el principio o sustancia dentro de la cual las cosas inflamables pueden arder. En el Mundodisco, entonces, hay *narrativium*. Es parte de la órbita de cada átomo, de la gota de cada nube. Es lo que causa que ellas sean lo que son y que continúen existiendo y que formen parte de la continuada historia del mundo.

En Mundoglobo, las cosas suceden porque *ellas* quieren suceder.¹ Lo que las personas quieren no aparece en el esquema de las cosas, y el universo no está allí para contar una historia.

Con magia, se puede convertir un sapo en príncipe. Con ciencia, se puede convertir un sapo en un doctor, y aún estaría el sapo con el que se comenzó.

Esa es la visión convencional de la ciencia de Mundoglobo. Olvida mucho de lo que realmente hace que la ciencia funcione. La ciencia no existe en abstracto. Se puede deshacer el universo en sus partículas componentes sin encontrar una sola huella de ciencia. La ciencia es una estructura creada y mantenida por personas. Y las personas eligen lo que les interesa, y lo que consideran significativo y, frecuentemente, lo han pensado narrativamente.

¹ Es una manera de decirlo. Suceden porque las cosas obedecen las reglas del universo. Una roca no tiene una opinión evidente sobre la gravedad. (Nota de los autores)

El Narrativium es una cosa poderosa. Siempre hemos intentado pintar historias sobre el universo. Cuando los humanos miraron las estrellas por primera vez, las que son grandes soles brillando a distancias inimaginables, vieron entre ellas toros gigantes, dragones, y héroes locales.

Este rasgo humano no afecta lo que las reglas dicen -no demasiado, en verdad- pero determina cuáles reglas serán tenidas en cuenta en primer lugar. Además, las reglas del universo tienen que ser capaces de producir todo lo que los humanos observan, lo que introduce una especie de imperativo narrativo en la ciencia también. Los humanos piensan en historias. A final de cuentas, la ciencia misma ha sido el descubrimiento de 'historias'; piensen en todos esos libros que tienen títulos tales como *La Historia de la Humanidad*, *Los Antepasados del Hombre*, y si viene al caso, *Una Breve Historia del Tiempo*.

Por encima de todas las historias de la ciencia, Mundodisco puede jugar un rol aún más importante: ¿Qué hubiera sido? Podemos usar el Mundodisco para experimentos de pensamiento, acerca de lo que la ciencia hubiera parecido si el universo hubiera sido diferente, o si la historia de la ciencia hubiera seguido una ruta diferente. Podemos mirar a la ciencia desde afuera.

Para un científico, un experimento de pensamiento es un argumento que puede operar en la cabeza, por medio del cual se puede comprender qué anda tan bien que no necesita un experimento real, lo cual es por supuesto un gran ahorro de tiempo y dinero, y previene el embarazo de resultados inconvenientes. El Mundodisco provee una mejor visión; allí, un experimento de pensamiento es uno que no se puede hacer y que no funcionaría si se pudiera. Pero la clase de experimento de pensamiento que tenemos en mente es uno que los científicos llevan a cabo todo el tiempo, habitualmente sin realizarlo; y no necesita hacerlo porque lo más *importante* es que no funcionaría. La mayor parte de las preguntas importantes en la ciencia, y sobre nuestra comprensión de ella, *no* son acerca de cómo es realmente el universo. Son acerca de qué sucedería si el universo fuera diferente.

Alguien pregunta, '¿Por qué las cebras forman manadas?' Se puede responder mediante el estudio de la sociología de las cebras, su psicología, y todo eso... o se puede preguntar lo mismo de manera diferente, '¿Qué pasaría si no lo hicieran?' Una respuesta obvia sería, 'Porque sería más posible que fueran comidas por los leones.' Esto inmediatamente sugiere que las cebras forman manadas para auto-protección; y entonces ahora tenemos alguna idea sobre lo que las cebras realmente harían si consideraran, por un momento, la posibilidad de que podrían haber hecho

otra cosa.

Otro ejemplo más serio es la pregunta, '¿Es estable el sistema solar?', lo que significa, '¿Puede cambiar dramáticamente como resultado de alguna pequeña perturbación?' En 1887, el rey Oscar II de Suecia ofreció un premio de 2500 coronas por una respuesta. Le tomó un siglo a los matemáticos llegar a una respuesta definitiva: 'Tal vez' (Fue una buena respuesta, pero no les pagaron. El premio había sido entregado a alguien que no encontró la respuesta y cuyo artículo ganador tenía un error justo en la parte más interesante. Pero cuando lo corrigió, para su propio beneficio, inventó la Teoría del Caos, y pavimentó el camino hacia el 'tal vez'. Algunas veces, la mejor respuesta es una pregunta más interesante). La cuestión aquí es que la estabilidad no se refiere a lo que actualmente un sistema hace: es acerca de cómo el sistema puede cambiar si se perturba. La estabilidad enfrenta, por definición, el '¿Qué hubiera sido?'.

Porque una gran cantidad de ciencia se refiere realmente a este mundo no existente de experimentos de pensamiento, nuestra comprensión de la ciencia *debe* estar interesada tanto en mundos de imaginación como en mundos de realidad. La imaginación, más que la simple inteligencia, es la cualidad verdaderamente humana. ¿Y cuál mundo de imaginación es mejor que Mundodisco para comenzar? Mundodisco es un universo consistente y bien desarrollado con sus propias reglas, y con gente convincentemente real que vive en él a pesar de las diferencias sustanciales entre sus reglas y las nuestras. Muchas de ellas tienen un profundo fundamento en el 'sentido común', uno de los enemigos naturales de la ciencia.

Dentro del Mundodisco aparecen regularmente los edificios y las facultades de la Universidad Unseen, el máximo colegio de magia del Mundodisco. Los hechiceros² son un activo grupo, siempre listos a abrir cualquier puerta que lleve el cartel de 'Esta puerta debe permanecer cerrada', o a levantar cualquier cosa que comience a burbujear. Nos pareció que podían ser útiles...

Si nosotros, o ellos, comparamos la magia de Mundodisco a la ciencia de Mundoglobo, encontramos similitudes y paralelos. Como creen los hechiceros de la Universidad Unseen, este mundo es claramente una parodia del Mundodisco. Y cuando no lo descubrimos, encontramos que las *diferencias* eran reveladoras. La ciencia se convierte en un nuevo personaje

² Como los moradores de cualquier universidad de Mundoglobo, tienen tiempo ilimitado para la investigación, fondos ilimitados y ninguna preocupación por el empleo. Son, también, erráticos, maliciosamente inventivos, resistentes a nuevas ideas hasta que se vuelven viejas ideas, altamente creativos en malos momentos y perpetuamente argumentativos; a este respecto no tienen relación alguna con sus iguales de Mundoglobo, para nada. (Nota de los autores)

cuando se pregunta, '¿A qué se parece el ADN de un tritón?', en lugar de preguntar, 'Me pregunto cómo reaccionarían los hechiceros ante esta manera de pensar sobre los tritones'.

No hay ciencia *como tal* en Mundodisco. De modo que tuvimos que ponerle un poco. Por medios mágicos, los hechiceros de Mundodisco deben ser guiados a crear su propia rama de la ciencia, alguna clase de universo de bolsillo donde la magia no funcione más, pero sí las reglas. Entonces, mientras los hechiceros aprenden a comprender cómo las reglas hacen que sucedan cosas interesantes -rocas, bacterias, civilizaciones- los miraremos mirar... bueno, mirarnos. Es una especie de experimento de pensamiento recursivo, o una muñeca rusa en la que las muñecas más pequeñas se abren para mostrar las más grandes de adentro.

Y entonces encontramos que... ah, pero esa es *otra* historia.

TP, IS & JC, diciembre de 1998

PD: Tememos haber mencionado en las páginas subsiguientes de *El Gato de Schroedinger*, la Paradoja de los Gemelos, y ese trozo acerca de tener una antorcha delante de una nave que viaja a la velocidad de la luz. Esto es porque, bajo las reglas del Gremio de Escritores de Ciencias, *tenían* que ser incluidos. Hemos tratado de hacerlo brevemente.

Nos la hemos arreglado para ser muy, pero muy breves en lo de *Tesoros del Tiempo*, también

UNO

DESINTEGRANDO LA TAUMATURGIA

ALGUNAS PREGUNTAS NO DEBERÍAN SER FORMULADAS. De todos modos, alguien siempre lo hace.

—¿Cómo funciona? —dijo el ArchiCanciller Necesitoron Ridículo, el Director de la Universidad Unseen.

Esa era la clase de preguntas que Caviloso Stibbons odiaba casi tanto como, ‘¿Cuánto cuesta?’ Eran dos de las preguntas más duras que tenía que enfrentar un investigador. Como el director, *de facto*, de los desarrollos mágicos de la universidad, se había especializado en evitar preguntas sobre financiamiento, a todo costo.

—De manera bastante compleja —finalmente aventuró.

—Ah.

—Lo que yo quisiera saber —dijo el Discutidor Mayor—, es cuándo tendremos la cancha de squash otra vez.

—Tú nunca juegas, Discutidor Mayor —dijo Ridículo, mirando hacia la alta y negra construcción que ocupaba el centro de la vieja cancha de la universidad.³

—Podría quererlo un día. Será condenadamente difícil con esa cosa en el medio, esa es mi opinión. Tendremos que re-escribir las reglas completamente.

Afuera, la nieve se apilaba otra vez contra las altas ventanas. Estaba resultando ser el invierno más prolongado en la memoria viva, -tan largo, de hecho, que la memoria viva estaba siendo acertada a medida que los ciudadanos más viejos fallecían. El frío había penetrado aún los viejos y gruesos muros de la misma Universidad Unseen, para preocupación general y asombro del Profesorado. Los hechiceros podían soportar cualquier cantidad de privaciones e incomodidad, a condición de que no les sucediera a ellos.

³ El Squash de los Hechiceros, o Squash ‘Real’, tiene muy poca relación con el baño de sudor a alta velocidad que se juega en otros lugares. Los hechiceros no le ven sentido a moverse rápidamente. La pelota es lanzada perezosamente. De todos modos, ciertas inconsistencias mágicas se aplican a los muros y al piso, para que el muro sobre el que golpea una pelota no sea necesariamente el muro desde el cual rebota. Éste fue uno de los factores, como Caviloso Stibbons se dio cuenta algún tiempo después, que debió haber considerado, realmente. Nada excita una partícula mágica tanto como encontrarse a sí misma llegando desde el otro lado. (Nota de los autores)

Y fue así, finalmente, como el proyecto de Caviloso Stibbons fue autorizado. Había estado esperándolo por tres años. Su alegato de que la desintegración de la taumaturgia abatiría los límites del conocimiento humano había caído en oídos sordos; los hechiceros consideraban que abatir los límites de *cualquier* cosa era semejante a levantar una piedra muy grande y mojada. Su afirmación de que desintegrar la taumaturgia podría aumentar significativamente la suma total de la felicidad humana, se encontró con la réplica de que todos parecían estar ya bastante felices.

Finalmente aventuró que desintegrar la taumaturgia produciría una gran cantidad de magia en bruto la que podría ser convertida fácilmente en calor barato. Eso funcionó. El Profesorado estaba tibio en el asunto del conocimiento por amor al conocimiento, pero estaban muy calientes con el asunto de calentar los dormitorios.

Ahora los otros hechiceros mayores daban vueltas por la cancha repentinamente obstruida, toqueteando la cosa nueva. Su ArchiCanciller sacó la pipa y con gesto ausente la golpeó contra su costado mate para vaciar la ceniza.

—Um... por favor no haga eso, señor —dijo Caviloso.

—¿Por qué no?

—Podría ser... podría... hay una posibilidad de que... —Caviloso se detuvo—. Hará que el lugar se ensucie, señor —dijo.

—Ah. Buen punto. De modo que no es porque toda esta cosa pueda explotar, ¿verdad?

—Er... no, señor. Haha —dijo Caviloso miserablemente—. Necesitaría mucho más que eso, señor...

Se escuchó un *whack* cuando la pelota de squash rebotó sobre el muro, rebotó otra vez sobre el reborde y arrancó de la boca del ArchiCanciller la pipa, de un solo golpe.

—Ése fuiste tú, Decano —dijo Ridículo acusador—. Honestamente, ustedes muchachos no se han interesado en este lugar por años y de repente todos quieren... ¿Señor Stibbons? ¿Señor Stibbons?

Le dio un codazo al pequeño montículo que era la figura encogida del hechicero jefe de investigaciones de la Universidad. Caviloso Stibbons se estiró ligeramente y le miró por entre los dedos.

—Realmente, creo que puede ser una *buena* idea que ellos paren de jugar squash, señor —susurró.

—Yo también. No hay nada peor que un hechicero sudado. Deténganse, muchachos. Y reunámonos. El señor Stibbons hará su presentación —El ArchiCanciller lanzó una buena mirada a Caviloso Stibbons—. Será muy

informativo e interesante, ¿verdad, señor Stibbons? Él nos dirá en qué gastó AM\$ 55.879,45.

—Y por qué ha arruinado una cancha de squash perfectamente buena —dijo el Discutidor Mayor, golpeando repetidamente el costado de la cosa con su raqueta de squash.

—Y si esto es *seguro* —dijo el Decano—. Estoy en contra de las improvisaciones en física.

Caviloso Stibbons hizo una mueca.

—Le aseguro, Decano, que las oportunidades de que cualquiera sea muerto por, er, la máquina de reacción son aún mayores que las oportunidades de ser chocado mientras cruza una calle —dijo.

—¿De veras? Oh, bueno... muy bien, entonces.

Caviloso reconsideró la frase que acababa de pronunciar y decidió no corregirla en las presentes circunstancias. Hablar con los hechiceros mayores era como construir castillos de naipes; si se quiere mantener *todo* en pie, hay que respirar suavemente y continuar en movimiento.

Caviloso había inventado un pequeño sistema al que había denominado, en la privacidad de su mente, Mentir-A-Hechiceros. Era por su propio bien, se decía a sí mismo. No tenía sentido decirle *todo* a los jefes; eran personas ocupadas, no querían *explicaciones*. No tenía sentido recargarles. Lo que ellos querían eran historias cortas que pudieran comprender, y entonces se irían y dejarían de preocuparse.

Había hecho que sus estudiantes instalaran un pequeño visor en el extremo de la cancha de squash. A su lado, con cañerías que salían a través del muro hacia el edificio de Magia de Alta Energía próximo, estaba la terminal de HEX, la máquina pensante de la Universidad. Y a su lado había una base sobre la que había una enorme palanca roja, alrededor de la cual alguien había atado una cinta rosada.

Caviloso miró sus notas y entonces observó al Profesorado.

—Ahem... —comenzó.

—Tengo un caramelo para la garganta en algún lugar —dijo el Discutidor Mayor, palpando sus bolsillos.

Caviloso miró otra vez sus notas, y una horrible sensación de desamparo cayó sobre él. Se dio cuenta de que podía explicar la fisiología taumatúrgica muy bien, siempre y cuando la persona que escuchaba ya supiera todo sobre ella. Con los hechiceros mayores, sin embargo, necesitaría explicar el significado de cada palabra. En algunos casos esto podría significar palabras como 'el' y 'y'.

Miró hacia la jarra de agua sobre el atril, y decidió improvisar.

Caviloso levantó un vaso con agua.

—¿Se dan cuenta, caballeros —dijo—, que el potencial taumatúrgico en esta agua... o sea, quiero decir, el campo mágico generado por su contenido de narrativium que le dice que ella es agua y que le permite seguir siendo agua, en lugar de, haha, una paloma, o un sapo... podría, si se diera cuenta, ser suficiente para llevar a toda esta universidad hasta la luna?

Se inclinó ante ellos.

—Entonces, mejor la dejas allí —dijo el Presidente de Estudios Indefinidos.

La sonrisa de Caviloso se congeló.

—Obviamente, no le podemos extraer toda —dijo—, pero...

—¿Lo suficiente para llevar una pequeña parte de la universidad hasta la luna? —dijo el Profesor en Runas Recientes.

—Al Decano le vendrían bien unas vacaciones —dijo el ArchiCanciller.

—Me ofende esa afirmación, ArchiCanciller.

—Sólo por alegrar el ambiente, Decano.

—*Pero sí podemos* liberar sólo la suficiente para toda clase de trabajos útiles —dijo Caviloso, ya esforzándose.

—Como calentar mi estudio —dijo el Profesor en Runas Recientes—. Mi jarra de agua estaba congelada *otra vez* esta mañana.

—¡Exactamente! —dijo Caviloso, echando mano a una útil Mentir-A-Hechiceros—. ¡Podemos usarla para calentar una enorme pava! ¡Eso es todo lo que es! ¡Es completamente inofensivo! ¡No es peligroso de ninguna manera! ¡Es por eso que el Consejo de la Universidad me permitió construirlo! Ustedes no me habrían dejado construirlo si fuera peligroso, ¿verdad?

Tragó el agua.

Como un solo hombre, los hechiceros reunidos dieron varios pasos atrás

—Permítenos saber cómo es esto allí arriba —dijo el Decano.

—Tráenos algunas rocas cuando regreses. O algo —dijo el Profesor en Runas Recientes.

—Salúdanos —dijo el Discutidor Mayor—. Tenemos un telescopio bastante bueno.

Caviloso miró el vaso vacío, y ajustó sus miras mentales otra vez.

—Er, no —dijo—. El combustible tiene que ir dentro de la máquina de reacción, saben. Y entonces... y entonces...

Se dio por vencido.

—... la magia gira y gira y se mete en el hervidor que le hemos conectado, y la universidad estará amorosamente caldeada —dijo—. ¿Alguna

pregunta?

—¿Dónde va el carbón? —dijo el Decano—. Es perverso lo que los enanos están cobrando en estos días.

—No, señor. No carbón. El calor es... gratis —dijo Caviloso. Una pequeña gota de sudor corrió rostro abajo.

—¿De veras? —dijo el Decano—. Entonces eso será un ahorro, ¿eh, Tesorero? ¿Eh? ¿Dónde está el Tesorero?

—Ah... er... el Tesorero está ayudándome hoy, señor —dijo Caviloso. Señaló la galería superior sobre la cancha. El Tesorero estaba allí, de pie y sonriendo en su distante sonrisa, y sostenía un hacha. Una sogá estaba atada a la barandilla, le daba la vuelta a una viga y sostenía una barra larga y pesada suspendida sobre el centro de la máquina de reacción.

—Es... er... posible que la máquina pueda producir demasiada magia —dijo Caviloso—. La barra es de plomo, laminado con madera de serbal. Juntos descargan naturalmente cualquier reacción mágica, saben. De modo que si las cosas se ponen demasiado... si queremos detener las cosas, ya saben, él tira de la sogá y eso cae en el mismo centro de la máquina de reacción, ya saben.

—¿Para qué está el hombre parado junto a él?

—Es el señor Semilladenabo, mi asistente. Es el dispositivo de respaldo contra fallos.

—Entonces, ¿qué es lo que hace?

—Su trabajo consiste en gritar, '¡Por amor de Dios, corta esa sogá ahora!', señor.

Los hechiceros asintieron unos a otros. Para los estándares de Ankh-Morpork, donde el pulgar común era utilizado como un dispositivo de medición de la temperatura, esto era llevar la salud y la seguridad en el trabajo hasta el extremo.

—Bueno, eso parece bastante seguro para mí —dijo el Discutidor Mayor.

—¿De dónde sacaste esta idea, señor Stibbons? —dijo Ridículo.

—Bueno, er, mucho de esto es de mi propia investigación, pero tomé algunas directrices de la lectura cuidadosa de los Rollos de Loko en la Biblioteca, señor —Caviloso reconoció que él estaba bastante seguro allí. A los hechiceros les gustaba la sabiduría antigua, siempre que fuera suficientemente antigua. Sentían que la sabiduría era como el vino, y que se ponía mejor cuanto más tiempo se le dejara solo. Algo que no había sido conocido por varios cientos de años probablemente no merecía conocerse.

—Loko... Loko... Loko —murmuró Ridículo—. Eso está cerca de Uberwald, ¿verdad?

—Eso es cierto, señor.

—Tratando de recordar —continuó Ridículo, frotándose la barba—. ¿No es allí donde hay ese valle profundo con el anillo de montañas alrededor? Un valle muy profundo, según recuerdo.

—Eso es cierto, señor. De acuerdo con el catálogo de la biblioteca, los rollos fueron encontrados en una caverna por la Expedición Crustley...

—Montones de centauros y faunos y otros chismes de formas mágicas había allí, recuerdo haber leído.

—¿Los había, señor?

—¿No era Stanmer Crustley el que murió de planetas?

—No me es familiar...

—Una enfermedad mágica extremadamente rara, creo.

—Ya lo creo, señor, pero...

—Ahora que me pongo a pensar en eso, todos los de esa expedición sufrieron algo seriamente mágico, unos pocos meses después de volver —continuó Ridículo.

—Er, sí, señor. Había una sugerencia sobre que el lugar tenía alguna maldición. Noción ridícula, por supuesto.

—De alguna manera siento que necesito preguntar, señor Stibbons... ¿qué posibilidad existe de que esto explote y destruya toda la universidad?

El corazón de Caviloso dio un salto. Mentalmente repasó la frase, y se refugió en la verdad.

—Ninguna, señor.

—Ahora intenta ser honesto, señor Stibbons —Y ese era el problema con el ArchiCanciller. Generalmente daba vueltas por el lugar, gritándole a las personas, pero cuando se molestaba en tener todas las células cerebrales en línea podía apuntarlas hacia el punto débil más cercano.

—Bueno... en el caso menos posible de que todo vaya mal, podría... explotar toda la universidad, señor.

—¿Qué volaría, por favor?

—Er... todo, señor.

—Todo lo que hay, quiere decir.

—Dentro de un radio de unas cincuenta mil millas hacia el espacio, señor, sí. De acuerdo con HEX sucederá instantáneamente. No nos enteraríamos siquiera.

—¿Y la posibilidad de esto es...?

—Más o menos de cincuenta a uno, señor.

Los hechiceros se relajaron.

—Eso es bastante seguro. No apostaría a un caballo con esas

posibilidades —dijo el Discutidor Mayor. Había media pulgada de hielo en el interior de las ventanas de su dormitorio. Cosas como esa le dan a la persona una visión muy personal sobre el riesgo.

DOS

LA CIENCIA DE LA CANCHA DE SQUASH

UNA CANCHA DE SQUASH PUEDE SER EMPLEADA para hacer que las cosas vayan más rápido que una pequeña pelota de goma...

El 2 de diciembre de 1942, en una cancha de squash en el sótano del Stagg Field de la Universidad de Chicago, comenzaba una nueva era tecnológica. Era una tecnología nacida en la guerra; una de sus consecuencias era hacer de la guerra una perspectiva tan terrible, que lenta y vacilante, la guerra a escala global se volviera menos deseable.⁴ En el Stagg Field, un físico romano, Enrico Fermi, y su equipo de científicos lograron la primera reacción nuclear en cadena auto-sustentada del mundo. De ello derivó la bomba atómica, y más tarde el poder nuclear civil. Pero hubo una consecuencia mucho más significativa: el amanecer de la Gran Ciencia y un nuevo estilo de cambios tecnológicos.

Nadie jugaba squash en el sótano del Stagg Field, no mientras el reactor estaba en el lugar; pero muchas de las personas que trabajaban en la cancha de squash tenían las mismas actitudes que Caviloso Stibbons... una insaciable curiosidad, sumada a periodos de duda fastidiosa con un toque de terror. Fue la curiosidad lo que comenzó todo y el terror lo que lo terminó.

En 1934, siguiendo una larga serie de descubrimientos en física relacionados con el fenómeno de la radioactividad, Fermi descubrió que cosas interesantes ocurrían cuando las sustancias eran bombardeadas con 'neutrones lentos' -partículas subatómicas emitidas por berilio radioactivo, y que eran pasadas a través de parafina para hacerlas lentas. Fermi descubrió que los neutrones lentos eran justo lo que se necesitaba para persuadir a otros elementos a emitir sus propias partículas radioactivas. Se veía interesante, de modo que lanzó las corrientes de neutrones lentos hacia todo lo que pudo pensar, y eventualmente trató con el oscuro elemento llamado uranio, y que solamente se utilizaba como la fuente del pigmento amarillo. Por algo aparentemente alquímico el uranio se convirtió en algo nuevo cuando los neutrones lentos se metieron en él; pero Fermi no pudo averiguar *qué*.

⁴ O al menos, menos radioactiva. Eso es lo que deseamos. (Nota de los autores)

Cuatro años más tarde, tres alemanes -Otto Hahn, Lise Meitner, y Fritz Strassmann- repitieron el experimento de Fermi, y al ser mejores químicos, averiguaron lo que le había ocurrido al uranio. Misteriosamente, se había convertido en bario, krypton y una pequeña cantidad de otras cosas. Meitner se dio cuenta de que este proceso de 'fisión nuclear' producía energía, por métodos notables. Todos sabían que la química podía convertir materias en otros tipos de materias, pero ahora parte de la materia del uranio se había convertido en *energía*, algo que nadie había visto antes. Sucedió lo que Albert Einstein había predicho ya como posibilidad en el campo teórico, con su fórmula famosa -una ecuación que el orangután Bibliotecario de la Universidad Unseen⁵ resumiría como 'Ook'.⁶ La fórmula de Einstein dice que la cantidad de energía 'contenida' en una cantidad de materia dada es igual a la masa de esa materia, multiplicada por la velocidad de la luz, y multiplicada por la velocidad de la luz otra vez. Como Einstein notó inmediatamente, la luz es tan rápida que parece no moverse, de modo que su velocidad es decididamente grande... y entonces la velocidad multiplicada por sí misma es *enorme*. En otras palabras: se puede obtener una espantosa cantidad de energía de un trozo muy pequeño de materia, si solamente se encuentra el modo de hacerlo. Ahora Meitner había encontrado el truco.

Una ecuación sencilla puede reducir o no las ventas de libros, pero sí puede cambiar el mundo entero.

Hahn, Meitner y Strassmann publicaron su descubrimiento en la revista británica de ciencia, *Nature*, en enero de 1939. Nueve meses más tarde, Inglaterra estaba en guerra, una guerra que podría haber terminado por la aplicación militar de su descubrimiento. Es irónico que el mayor secreto científico de la Segunda Guerra fue encontrado justo antes de que comenzara la guerra, y muestra qué ignorantes estaban los políticos de entonces del potencial, para bien o para mal, de la Gran Ciencia. Fermi vio las implicancias del artículo de *Nature* inmediatamente, y convocó a otro físico notable, Niels Bohr, quien descubrió una novedad: la reacción en cadena. Si una forma particular, rara, de uranio, llamada uranio-235, era bombardeada con neutrones lentos, no solamente fisionaría en otros elementos y liberaría energía; también liberaría más neutrones, lo que a su

⁵ Él fue víctima de un accidente mágico, el que disfrutó. Pero usted ya lo *sabe*. (Nota de los autores)

⁶ Ellos dicen que todas las fórmulas reducen a la mitad las ventas de un libro de ciencia popular. Esto es basura -si fuera cierto, entonces *The Emperor's New Mind* de Roger Penrose habría vendido un octavo de una copia, mientras que las actuales ventas son de cientos de miles. De todos modos, y en el caso de que hubiera algo de verdad en el mito, hemos adoptado esta manera de describir la fórmula para duplicar nuestras ventas potenciales. Todos conocen la fórmula que mencionamos. La pueden encontrar escrita en símbolos en la página 118 de *A Brief History of Time* de Stephen Hawking -de modo que si el mito fuera cierto, él podría haber vendido el doble de copias, lo que es un pensamiento alucinante. (Nota de los autores)

vez, bombardearían más uranio-235... La reacción se volvería auto-sustentada, y la liberación potencial de energía sería *gigantesca*.

¿Funcionaría? ¿Se podría lograr algo o nada de esta manera? Averiguarlo nunca sería fácil porque el uranio-235 estaba mezclado con el uranio ordinario (uranio-238), y sacarlo era como buscar una aguja en un pajar, cuando la aguja está hecha de paja.

Había otras preocupaciones, también... en particular, ¿podía el experimento ser tan exitoso, comenzando una cadena de reacciones que no solamente tomara el uranio del experimento, sino todo lo demás sobre la tierra también? ¿Podía la atmósfera incendiarse? Los cálculos sugerían: tal vez no. Además, la gran preocupación era que si los Aliados no obtenían la fisión nuclear en funcionamiento, y pronto, los Alemanes los derrotarían. Dada la alternativa entre que nosotros voláramos el mundo, o que lo hiciera el enemigo, era obvio lo que había que hacer.

Reflexionando, esa no es una buena frase.

Loko es notablemente parecida a Oklo, al sudeste de Gabon, donde hay depósitos de uranio. En los 70, científicos franceses desenterraron evidencia de que algo de ese uranio había estado expuesto a reacciones nucleares excepcionalmente intensas, o que era mucho, pero mucho más viejo que el resto del planeta.

Podía haber sido una reliquia arqueológica de alguna civilización antigua, cuya tecnología había llegado hasta la energía atómica, pero una explicación más aburrida y factible era que Oklo era un 'reactor natural'. Por alguna razón accidental, esa porción particular de uranio era más rico que lo habitual en uranio-235, y una cadena espontánea de reacciones corrió por cientos de miles de años. La Naturaleza había llegado por delante de la Ciencia, y sin la cancha de squash.

A menos, por supuesto, que fuese una reliquia arqueológica de alguna civilización antigua.

Hasta finales de 1998, el reactor natural de Oklo era también la mejor evidencia que podíamos encontrar para mostrar que uno de los mayores '¿Qué pasaría si?' de la ciencia tenía una respuesta interesante. Esa pregunta era: ¿Qué pasaría si las constantes naturales *no lo son*?

Nuestras teorías científicas están sujetas por una variedad de números, las 'constantes fundamentales'. Los ejemplos incluyen la velocidad de la luz, la constante de Planck (base de la mecánica cuántica), la constante gravitacional (base de la teoría gravitacional), la carga de un electrón, y todo eso. Agregado a las teorías aceptadas se asume que estos números

han sido siempre los mismos, desde el primer momento en que el universo comenzó a formarse. Nuestros cálculos acerca de ese universo temprano *descansan* en que esos números eran los mismos; si eran diferentes, no sabemos qué números poner en los cálculos. Es como hacer el cálculo de los impuestos cuando nadie te dice cuál es el porcentaje. De tiempo en tiempo los científicos inconformistas retoman la teoría del '¿qué pasaría si?', en la cual tratan la posibilidad de que una o más de las constantes fundamentales no lo fuera. El físico Lee Smolin ha desarrollado una teoría de universos envoltentes, que emiten universos bebé con constantes fundamentales diferentes. De acuerdo con esta teoría, nuestro universo es particularmente bueno en producir esos bebés, y también es particularmente adecuado para el desarrollo de la vida. La conjunción de estas dos condiciones, argumenta, no es accidental (los hechiceros de la UU, incidentalmente, se sentirían como en casa con estas ideas -de hecho, la física suficientemente avanzada no es distinguible de la magia)

Oklo nos dice que las constantes fundamentales no han cambiado en los últimos dos billones de años -cerca de la mitad de la edad de la tierra y un diez por ciento de la del universo. La clave del argumento es una combinación particular de las constantes fundamentales, conocida como la 'constante de buena estructura'.⁷ Su valor está muy cerca de 1/137 (y un montón de tinta se ha consagrado en explicaciones de ese número 137, aunque las mediciones más ajustadas ponen ese valor en 137,036). La ventaja de esta constante de buena estructura es que su valor no depende de las unidades de medida -diferente a, por ejemplo, la velocidad de la luz, que da un número diferente si se expresa en millas por segundo, o kilómetros por segundo. El físico ruso, Alexander Shlyakhter analizó los diferentes elementos químicos en la 'basura nuclear' del reactor de Oklo, y averiguó qué valor de la constante de buena estructura había dos billones de años atrás cuando el reactor estaba funcionando. El resultado fue el mismo que hoy, hasta la fracción diez millones.

A fines de 1998, un equipo de astrónomos dirigido por John Webb realizó un estudio muy detallado de la luz emitida por cuerpos extremadamente distantes pero muy brillantes, llamados cuasares. Encontraron cambios sutiles en algunos aspectos de esa luz, llamadas líneas espectrales, que estaban relacionados con las vibraciones de varios tipos de átomos. En efecto, lo que parecían haber descubierto era que varios millones

⁷ La constante de buena estructura está definida por ser el cuadrado de la carga de un electrón, dividido por dos veces la constante de Planck por la velocidad de la luz, por la permeabilidad del vacío (como una mentira frecuente, el último término debe ser pensado como 'el modo en que reacciona a una carga eléctrica'). Gracias. (Nota de los autores)

de años atrás -más atrás que el reactor de Oklo- los átomos vibraban en la misma frecuencia que lo hacen hoy. En las muy antiguas nubes de gas del universo temprano, la constante de buena estructura difiere de la de hoy en una parte en 50.000. Eso es una cantidad enorme para los estándares de esta área particular de la física. Tan lejos como cualquiera puede decir, este resultado inesperado no se debe a un error experimental. Una teoría sugerida en 1994 por Thibault Damour y Alexander Polyakov indica la posible variación de la constante de buena estructura, pero en solamente uno en diez mil, tan grande como el encontrado por el equipo de Webb. Es solamente un trocito del rompecabezas, y la mayoría de los teóricos prefieren proteger sus apuestas y esperar investigaciones posteriores. Pero puede ser una paja en el viento: tal vez pronto tendremos que aceptar que las leyes de la física son sutilmente diferentes en lugares distantes en el tiempo y el espacio. No con forma de tortuga, tal vez, pero... diferentes.

TRES

CONOZCO MIS HECHICEROS

NO LE LLEVÓ MUCHO TIEMPO al profesorado colocar su dedo colectivo en el nudo filosófico del problema, *vis-a-vis* la completa destrucción de todo.

—Si nadie sabe si eso sucede, entonces, en el verdadero sentido nunca habrá sucedido —dijo el Profesor de Runas Recientes. Su dormitorio estaba en una de las alas más frías de la universidad.

—Por cierto que nadie podrá culparnos —dijo el Decano—, aunque sucediera.

—En realidad —prosiguió Caviloso, envalentonado por la actitud relajada de los hechiceros—, hay alguna evidencia teórica para sugerir que eso posiblemente no puede suceder, debido a la naturaleza no-temporal del componente taumatúrgico.

—¿Puedes decirlo otra vez? —dijo Ridículo.

—Un mal funcionamiento no resultaría exactamente en una *explosión*, señor —dijo Caviloso—. Ni tampoco, según puedo deducir, en cosas que dejen de existir de la realidad presente. Habrían cesado de haber existido, como consecuencia del colapso multidireccional del campo taumatúrgico. Pero ya que nosotros *estamos* aquí, señor, debemos estar viviendo en un universo donde las cosas no funcionan mal.

—Ah, a esa me la sé —dijo Ridículo—. Eso es por el quantum, ¿verdad? ¿Y hay otros 'nosotros' en algún universo vecino donde sí funcionaron mal, y los pobres diablos volaron por los aires?

—Sí, señor. O, casi que no. Ellos no volaron porque el dispositivo que el otro Caviloso Stibbons hubiera construido haya funcionado mal, y todo eso... él no existió para no construirlo. De todos modos, es una teoría.

—Me alegro que eso esté en orden, entonces —dijo el Discutidor Mayor abruptamente—. Estamos aquí porque estamos aquí. Y ya que estamos aquí, podríamos estar calientes.

—Entonces, parece que estamos de acuerdo —dijo Ridículo—. Señor Stibbons, puedes arrancar esta máquina infernal —Hizo un gesto hacia la palanca roja sobre la base.

—Casi había supuesto que usted querría hacer los honores, ArchiCanciller —dijo Caviloso, inclinándose—. Todo lo que necesita hacer es

tirar de la palanca. Eso, ahem, soltará el engranaje, permitiendo que el flujo ingrese en el intercambiador, donde una sencilla reacción de octirón convertirá la magia en calor y calentará el agua en el hervidor.

—¿De modo que es sólo una enorme pava? —dijo el Decano.

—Para decirlo de alguna manera, sí —dijo Caviloso, tratando de mantener su rostro inmóvil.

Ridículo sujetó la palanca.

—¿Tal vez quiera decirnos unas palabras, señor? —dijo Caviloso.

—Sí —Ridículo pareció pensarlo unos momentos, y entonces se iluminó—. Terminemos con esto y vayamos a almorzar.

Hubo un balbuceo de aplausos. Tiró de la palanca. La aguja en el dial que estaba en el muro salió de cero.

—Bueno, después de todo, no hemos volado —dijo el Discutidor Mayor—. ¿Para qué son los números en el muro, Stibbons?

—Oh, er... son... son para decir hasta qué número ha llegado —dijo Caviloso.

—Oh. Ya veo —El Discutidor Mayor sujetó las solapas de su bata—. Pato con arvejas hoy, caballeros, creo —dijo, en un tono de voz mucho más interesado—. Bien hecho, señor Stibbons.

Los hechiceros salieron tranquilamente en ese paso aparentemente lento y engañosamente ligero de los hechiceros yéndose a comer.

Caviloso lanzó un suspiro de alivio, que terminó en un *glup* cuando se dio cuenta de que el ArchiCanciller no había partido, de hecho, pero estaba inspeccionando la máquina desde muy cerca.

—Er... ¿hay algo más que pueda decirle, señor? —dijo rápidamente.

—¿Cuándo lo arrancaste *realmente*, señor Stibbons?

—¿Señor?

—Cada palabra en la oración era bastante corta y fácil de entender. ¿Hubo algo mal acerca del modo en que las uní?

—Yo... nosotros... eso fue arrancado justo después del desayuno, señor —dijo Caviloso sumiso—. La aguja en el dial fue regresada por el señor Semilladenabo por medio de un piolín, señor.

—¿Voló por los aires cuando lo arrancaste?

—¡No, señor! Usted... bueno, ¡usted lo habría *sabido*, señor!

—Pensé que habías dicho que nosotros no lo hubiéramos sabido, Stibbons.

—Bueno, no, quiero decir...

—Yo te conozco, Stibbons —dijo Ridículo—. Y *nunca* hubieras probado algo públicamente si antes no hubieras tratado de ver si funciona. Nadie

quiere recibir huevos en la cara, ¿verdad?

Caviloso reflexionó que los huevos recibidos son solamente una preocupación menor cuando uno es parte de una nube de partículas en expansión a una fracción de la velocidad de la oscuridad.⁸

Ridículo dio una fuerte palmada sobre el negro panel de la máquina, provocando que Caviloso se levantara del piso.

—Ya está caliente —dijo—. ¿Estás bien allí arriba, Tesorero?

El Tesorero asintió con felicidad.

—Buen hombre. Bien hecho, señor Stibbons. Vayamos a almorzar.

Después de un rato, cuando el sonido de los pasos se había desvanecido, el Tesorero se dio cuenta aún estaba allí, sosteniendo el extremo del piolín.

El Tesorero no estaba loco, como algunos creían. Por el contrario, era un hombre con ambos pies apoyados firmemente sobre el suelo; la única dificultad era que el suelo en cuestión estaba en otro planeta, uno con esponjosas nubes rosadas y conejillos felices. No le importaba porque él lo prefería al mundo real, donde la gente gritaba mucho, y donde pasaba el menor tiempo posible. Desafortunadamente eso no incluía los tiempos de comer. No era posible un servicio de comidas en Buen Planeta.

Sonriendo su pequeña y débil sonrisa, bajó su hacha y salió. Después de todo, razonó, la cuestión era que la condenada cosa quedara fuera de... de donde fuera que estuviera, y la cosa podía hacer un trabajo sencillo como ése sin estar mirándola.

Desafortunadamente, el señor Stibbons estaba demasiado preocupado para ser un cuidadoso observador, y ninguno de los otros hechiceros se molestó mucho por el hecho de que todo lo que había entre ellos y la devastación taumatúrgica estaba haciendo burbujas en el vaso de leche.

⁸ Todavía no ha sido medida, pero se cree que es más rápida que la luz por su capacidad de salirse tan rápido del camino de la luz. (Nota de los autores)

CUATRO

CIENCIA Y MAGIA

SI QUISIÉRAMOS, podríamos comentar algunos aspectos del experimento de Caviloso Stibbons, describiendo la ciencia asociada. Por ejemplo, hay una insinuación de interpretación de la mecánica del quantum de 'varios mundos', en la cual billones de universos salen del nuestro cada vez que puede tomarse una decisión en más de un sentido. Y está el procedimiento estándar no-oficial de apertura de ceremonias públicas, en la cual Un Personaje Real o El Presidente tira de una enorme palanca, o presiona un gran botón para 'arrancar' algún enorme monumento a la tecnología -el que ha estado operando por días detrás del escenario. Cuando la Reina Isabel II inauguró Calder Hall, la primera central nuclear británica, solamente siguió funcionando, con contador y todo.

De todos modos, es un poco temprano para el Quantum, y la mayoría de nosotros ha olvidado Calder Hall por completo. En todo caso, hay un asunto más urgente a tener en cuenta. Es la relación entre la magia y la ciencia. Comencemos con la ciencia.

El interés humano en la naturaleza del universo, y nuestro lugar dentro de él, viene desde mucho, mucho tiempo atrás. Los primeros humanoides que vivían en las sabanas africanas, por ejemplo, difícilmente podían haber evitado notar que durante la noche el cielo estaba lleno de brillantes puntos de luz. En qué etapa de su evolución comenzaron a preguntarse qué eran esas luces, es un misterio; pero para el tiempo en que habían evolucionado una inteligencia suficiente para pinchar varillas dentro de animales comestibles y para usar el fuego, no es posible que se quedaran mirando el cielo nocturno sin preguntarse *para* qué demonios estaban (y, teniendo en cuenta las obsesiones tradicionales de la humanidad, si eso involucraba el sexo de alguna manera). La Luna era ciertamente impresionante -grande, brillante, y *cambiaba de forma*.

Algunas criaturas ubicadas en escalones inferiores de la escalera de la evolución se habían dado cuenta de la Luna. Tomemos una tortuga, por ejemplo -como la bestia más Mundodiscal que se pueda encontrar. Cuando hoy en día una tortuga se arrastra hacia la playa para poner sus huevos y

los entierra en la arena, de alguna manera elige su momento de modo que cuando se abren los huevos, los bebés tortuga pueden arrastrarse hacia el mar si apuntan hacia la Luna. Sabemos esto porque las luces de los edificios modernos las confunden. Este comportamiento es notable, y no es del todo satisfactorio anotarlos como 'instintivo' y pretender que sea la respuesta. ¿Qué es el instinto? ¿Cómo funciona? ¿Cómo surgió? Un científico quiere respuestas posibles a tales preguntas, y no solamente una excusa para dejar de pensar en ellas. Presumiblemente, esas tendencias a 'buscar la luna' de los bebés tortuga, y el misterioso sentido del tiempo de sus madres, evolucionaron juntos. Esas tortugas, a las que por accidente se les ocurre poner sus huevos en el momento justo para que se abran cuando la Luna se vea sobre el mar y delante del sitio del entierro, y cuyos bebés se dirigen exactamente hacia las luces brillantes, regresan en mayor cantidad en la siguiente generación, que las que no lo hicieron. Todo lo que se necesitaba para establecer estas tendencias como un rasgo universal de la 'tortuguez' era alguna manera de pasarlas a la siguiente generación, y es donde vienen los genes. A esas tortugas que tropezaron con una estrategia de navegación útil, y pudieron pasar esa estrategia a sus descendientes por medio de los genes, les fue mejor que las otras. Y entonces prosperaron, y se sobrepusieron a las otras, de modo que pronto las únicas tortugas que quedaban eran las que podían navegar por la Luna.

¿Acaso Gran A'Tuin, la tortuga gigante que soporta a los elefantes que sostienen el Disco, nada a través de las profundidades del espacio en busca de una luz distante? Tal vez. De acuerdo con *La Luz Fantástica*, 'Los Filósofos han debatido por años acerca dónde va la Gran A'Tuin, y frecuentemente han dicho lo preocupados que están si nunca lo averiguan. Deberían averiguarlo en dos meses. Y entonces, *realmente* deberán preocuparse...'. Ya que, como su homóloga terrestre, la Gran A'Tuin está en tiempo de reproducción, y en este caso buscando su propio terreno de desove para sortear la emergencia. Esa historia termina con ella nadando en la fría profundidad del espacio, orbitada por ocho tortugas bebé (que parece que han salido por sus propios medios, y tal vez ahora sostienen pequeños Mundodisco)...

Lo interesante acerca de los trucos de la tortuga terrestre es que en ninguna etapa los animales necesitan ser conscientes de que su tiempo está adaptado al movimiento de la Luna, o ni siquiera de que la Luna existe. De todos modos, el truco no funcionará a menos que los bebés tortuga *noten* la Luna, de modo que deducimos que sí lo hacen. Pero no podemos deducir la existencia de alguna tortuga astrónomo que se pregunte acerca de los

desconcertantes cambios de forma de la Luna.

Cuando un grupo particular de monos con evolución social apareció en escena, ellos se comenzaron a hacer esas preguntas. Cuanto mejor comenzaron los monos a *responder* las preguntas, tanto más sorprendente se volvió el universo; el conocimiento incrementa la ignorancia. El mensaje que recibieron fue: *Allá Arriba es diferente de Acá Abajo*.

Ellos no sabían que Acá Abajo era un sitio bastante bueno para que vivieran criaturas como ellos. Había aire para respirar, animales y plantas para comer, agua para beber, tierra sobre la cual pararse, y cuevas en las que protegerse de la lluvia y de los leones. Ellos *sí* sabían que era cambiante, caótico, impredecible...

Ellos no *sabían* que Allá Arriba -el resto del universo- no era así. La mayor parte de ello es espacio, un vacío. No se puede respirar vacío. La mayor parte de lo que no es vacío son enormes bolas de plasma recalentado. Y no se puede estar parado sobre una bola de fuego. Y la mayor parte de lo que no es vacío y tampoco bolas ardientes es roca sin vida. No se pueden comer rocas.⁹ Iban a aprenderlo más tarde. Lo que ellos *sabían* era que Allá Arriba, en escala humana, era tranquilo, ordenado y regular. Y también predecible -por eso se podía construir un círculo de piedras.

Todo esto llevó al sentimiento general de que Allá Arriba era diferente de Acá Abajo por una *razón*. Acá Abajo estaba claramente diseñado para nosotros. Igualmente claro, Allá Arriba no lo estaba. Entonces, debía estar diseñado para *alguien más*. Y la nueva humanidad ya estaba especulando acerca de algunos habitantes adecuados, y así ha sido desde que tuvieron que esconderse de los truenos en las cavernas. ¡Los dioses! ¡Ellos estaban Allá Arriba mirándonos! Y ellos estaban claramente al mando, porque la humanidad ciertamente no lo estaba. Como adicional, eso explicaba todas las cosas de Acá Abajo que eran mucho más complicadas que cualquier cosa visible Allá Arriba, como truenos y terremotos y abejas. Esas cosas estaban bajo el control de los dioses.

Era un acuerdo perfecto. Nos hacía sentir importantes. Ciertamente, hizo importantes a los predicadores. Y ya que los predicadores eran esa clase de personas que podían arrancarte la lengua, o hacerte desaparecer en el País de los Leones por estar en desacuerdo con ellos, rápidamente se convirtió en la teoría más popular, aunque sea porque los que tenían otras no podían hablar o estaban en algún lugar encima de los árboles.

⁹ Realmente se *puede* comer sal. Pero nadie, fuera de Mundodisco, va a un restaurante a ordenar un balti de basalto.

Y aún así... bastante a menudo algún lunático sin sentido de auto-conservación nacía, encontraba toda esa historia insatisfactoria, y se arriesgaba a la cólera del clero al decirlo. Esos tipos estaban por allí en tiempos de los babilonios, cuya civilización floreció entre y alrededor de los ríos Tigris y el Eufrates desde el 4000 a.C. hasta el 300 a.C. Los babilonios - una palabra que abarca una cantidad de pueblos semi-independientes que vivían en ciudades como Babilonia, Ur, Lagash, y así- ciertamente adoraron a los dioses como nadie. Una de sus historias acerca de dioses es la base del relato bíblico de Noé y su arca, por ejemplo. Pero también prestaron un muy vivo interés a lo que *hacían* esas luces en el cielo. Sabían que la Luna era redonda -una esfera más que un disco chato. Sabían probablemente que la Tierra era también redonda, porque producía una sombra curva sobre la Luna durante los eclipses. Sabían que el año tenía cerca de 364 días y un cuarto. Sabían de la 'precesión' de los equinoccios, una variación cíclica que se completa cada 26.000 años. Hicieron estos descubrimientos anotando cuidadosamente cómo se movía la Luna y los planetas a través del cielo. Los registros astronómicos de los babilonios desde el 500 a.C. aún existen hoy.

Desde esos comienzos, una explicación alternativa del universo apareció. No involucraba dioses, al menos no directamente, de modo que no encontró mucho favor en la clase clerical. Algunos de sus descendientes aún hoy intentan acabar con ella. El clero tradicional (el que antes y ahora incluye algunas personas muy inteligentes) eventualmente produjo alguna acomodación con esta manera de pensar atea, pero aún no es popular con los posmodernistas, creacionistas, astrólogos de tablas, y otros que prefieren las respuestas que se pueden fabricar en casa.

El nombre actual de lo que ha sido alternadamente denominado 'herejía' y 'filosofía natural' es, por supuesto, 'ciencia'.

La ciencia ha desarrollado una muy extraña visión del universo. Piensa que el universo opera sobre *reglas*. Reglas que nunca se rompen. Reglas que dejan muy poco espacio para el capricho de los dioses.

Este énfasis en las reglas enfrenta a la ciencia con una tarea desalentadora. Tiene que explicar cómo un montón de gas y rocas incendiados de Allá Arriba, obedeciendo a la simple regla de 'las cosas grande atraen a las cosas chicas, y mientras las cosas chicas también atraen cosas grandes no lo hacen tan fuerte que puedas notarlo', se pueda tener alguna oportunidad de hacer surgir lo de Acá Abajo. Acá Abajo, la estricta obediencia a las reglas parece notablemente ausente. Un día te vas de cacería y atrapas una docena de gacelas; al día siguiente el león te atrapa a *tí*. Acá Abajo la regla más evidente parece ser, 'No hay reglas', además, tal

vez, de la que puede expresarse científicamente como 'Ocurre que te Cagas'. Como la Ley Harvard de Comportamiento Animal lo pone: 'Los animales experimentales, bajo condiciones de laboratorio cuidadosamente controladas, hacen lo que condenadamente les place'. No solamente los animales: cualquier jugador de golf sabe que algo tan simple como una simple, dura y rebotante esfera con un patrón de pequeños puntos sobre ella, nunca hace lo que se supone debe hacer. Y también como con el clima...

La ciencia se ha dividido ahora en dos grandes áreas: las ciencias de la vida, que nos hablan de las criaturas vivas, y las ciencias físicas, la que nos cuenta acerca de todo lo demás. Históricamente, 'dividir' es definitivamente la palabra -los estilos científicos de estas dos grandes divisiones tienen en común tanto como la tiza y el queso. De hecho, la tiza es una roca y pertenece claramente a las ciencias geológicas, mientras que el queso, formado por la acción bacteriana sobre los fluidos corporales de una vaca, pertenece a las ciencias biológicas. Ambas divisiones son definitivamente ciencia, con el mismo énfasis en el rol del experimento en la prueba de las teorías, pero sus patrones habituales de pensamiento operan según diferentes reglas.

Al menos, hasta ahora.

A medida que se aproxima el tercer milenio, más y más aspectos científicos están superponiendo las disciplinas. La tiza, por ejemplo, es más que una simple roca: es el remanente de conchas y de esqueletos de millones de diminutas criaturas vivientes del océano. Y fabricar queso se asienta tanto en la química y en la tecnología como en la biología del pasto y de las vacas.

La razón original para esta gran bifurcación de la ciencia fue la percepción de que la vida y la no-vida son extremadamente diferentes. La no-vida es simple y sigue reglas matemáticas; la vida es compleja y no sigue ninguna regla. Como dijimos, Aquí Abajo se ve muy diferente que Allí Arriba.

De todos modos, cuanto más seguimos las implicancias de las reglas matemáticas, más flexible parece ser el universo basado en esas reglas. Inversamente, cuanto más comprendemos la biología, más importantes se vuelven los aspectos físicos -porque *vida* no es una *clase* especial de materia de modo que también debería obedecer las reglas de la física. Lo que parecía un vasto e infranqueable golfo entre las ciencias de la vida y las físicas está estrechándose tan a prisa que se está convirtiendo en apenas algo más que

una línea dibujada en la arena del desierto científico.

De todos modos, si vamos a cruzar esa línea necesitamos revisar la manera en que pensamos. Es demasiado fácil volver a caer en los viejos -e inapropiados- hábitos. Para ilustrar el punto, e instalar un tema para este libro, veamos lo que nos dicen los problemas de ingeniería de los viajes a la Luna acerca de cómo funcionan las criaturas vivientes.

El principal obstáculo de llevar un ser humano a la Luna no es la distancia, sino la gravedad. Se podría *caminar* hasta la Luna por treinta años -dados un camino, aire, y los habituales pertrechos de un experimentado viajero- si no fuera por el hecho de que todo el camino es cuesta arriba. Se necesita energía para levantar a una persona desde la superficie del planeta hasta el punto neutral donde la atracción de la Luna cancela la de la Tierra. La física provee del límite inferior de la energía que se debe emplear -es la diferencia entre la 'energía potencial' de una masa ubicada en el punto neutral y la energía potencial de la misma masa ubicada sobre el suelo. La Ley de Conservación de Energía dice que no se puede hacer ese trabajo con menos energía, no importa cuán inteligente sea el viajero.

No se puede derrotar a la física.

Esto es lo que hace a la exploración espacial tan costosa. Se necesita un montón de combustible para levantar a una persona hacia el espacio con un cohete, y para empeorar el asunto, se necesita más combustible para levantar el *cohete*... y más combustible para levantar el combustible... y... Por lo menos, parece que estamos bien clavados al fondo de la gravedad terrestre, y que el boleto para salir *tiene* que costar una fortuna.

Pero, ¿lo estamos?

En diferentes tiempos, cálculos similares se aplicaron a criaturas vivientes con resultados extraños. Ha sido 'probado' que los canguros no pueden saltar, que las abejas no pueden volar, y que las aves no pueden obtener de su comida la energía suficiente para realizar la búsqueda de alimento en primer lugar. Incluso ha sido 'probado' que la vida es imposible porque los sistemas vivos se vuelven más y más ordenados, al mismo tiempo que la física deduce que todos los sistemas se vuelven más y más desordenados. El mensaje principal que los biólogos derivan de estos ejercicios es un profundo escepticismo acerca de la relevancia de la física en la biología, y un cómodo sentimiento de superioridad, porque la vida es mucho más interesante que la física.

El mensaje correcto es diferente: ser cuidadoso con las suposiciones tácitas que se hacen cuando se practica esta clase de cálculos. Tomemos el canguro, por ejemplo. Se puede calcular cuánta energía utiliza un canguro

cuando hace un salto, contar cuántos saltos hace en un día, y deducir el límite inferior de sus requerimientos energéticos. Durante un salto, el canguro deja el suelo, se levanta, y cae otra vez, de modo que el cálculo es como para un cohete espacial. Al hacer las sumas se encuentra que los requerimientos diarios de energía del canguro son diez veces mayores que lo que puede obtener de su comida. Conclusión: los canguros no pueden saltar. Ya que no pueden saltar, no pueden encontrar su comida, luego están todos muertos.

Extrañamente, Australia está positivamente plagada de canguros, los cuales afortunadamente no saben física.

¿Dónde está el error? Los cálculos modelan al canguro como si fuese una bolsa de papas. En lugar de mil saltos de canguro por día (por decir) se está calculando la energía requerida para levantar una bolsa de papas del suelo y que vuelva a caer, mil veces. Pero si se mira una película en cámara lenta de un canguro rebotando a través del panorama australiano, no se ve como una bolsa de papas. Un canguro *rebota*, moviéndose como un enorme resorte de goma. Mientras sus piernas se levantan, su cabeza y cola bajan, almacenando energía en sus músculos. Entonces, mientras sus pies pegan contra el suelo, esa energía es liberada para disparar el siguiente salto. Porque la mayor parte de la energía es pedida prestada y devuelta, el costo de energía por salto es diminuto.

Aquí tenemos una prueba de asociación para el lector. 'Bolsa de papas' es a 'canguro' como 'cohete' es a... ¿qué? Una posible respuesta es un elevador espacial. En el número de octubre de 1945 de *Wireless World* el escritor de ciencia ficción, Arthur C. Clarke inventó el concepto de órbita geoestacionaria, ahora la base de virtualmente todos los satélites de comunicaciones. A una altura en particular -cerca de 22.000 millas (35.000 km) sobre la tierra- un satélite girará alrededor de la Tierra en exacto sincronismo con la rotación terrestre. De ese modo, desde la Tierra parecerá que el satélite no se mueve. Esto es útil para las comunicaciones: se puede apuntar el plato del satélite en una dirección fija y siempre recibirá una señal coherente e inteligente, o si eso falla, MTV.

Casi treinta años después, Clarke popularizó un concepto con mucho mayor potencial para los cambios tecnológicos. Puso un satélite en órbita geoestacionaria y lanzó un cable hasta la Tierra. Tenía que ser un cable asombrosamente robusto: aún no tenemos la tecnología pero que los 'nanotubos de carbono' sean creados en laboratorio está cerca. Si se tiene la tecnología apropiada, se puede construir un elevador de 22.000 millas de altura. El costo sería enorme, pero se podría entonces poner cualquier cosa

en el espacio con sólo tirar del cable desde abajo.

Ah, pero no se puede derrotar a la física. La energía requerida sería exactamente la misma que si se usara un cohete.

Por supuesto. Tal como la energía necesaria para levantar al canguro es la misma que para levantar una bolsa de papas.

El truco está en encontrar el modo de pedir prestada la energía y devolverla. La cuestión es que una vez que el elevador está instalado, después de un tiempo habrá tantas cosas bajando como subiendo. En realidad, si se realizarán actividades de minería en la Luna y los asteroides, pronto habrá más cosas bajando que subiendo. Los materiales que bajan proveen la energía para levantar los que suben. A diferencia del cohete, que se gasta cada vez que se enciende, un elevador espacial es auto-sustentado.

La vida es como un elevador espacial. Lo que la vida auto-sustenta no es energía, sino organización. Una vez que obtiene un sistema que está tan altamente organizado que puede hacer copias fidedignas de sí mismo, ese grado de organización ya no es 'costoso'. Las inversiones iniciales pueden haber sido enormes, como con el elevador espacial, pero una vez que la inversión ha sido realizada todo lo demás es gratis.

Si se quiere comprender la biología, es la física del elevador espacial lo que se necesita, no la física de los cohetes.

¿Cómo puede la magia de Mundodisco iluminar la ciencia de Mundoglobo? Del mismo modo que el golfo entre las ciencias físicas y biológicas se ha vuelto mucho más estrecho que lo que se solía creer, así el golfo entre la ciencia y la magia está haciéndose más pequeño. Cuanto más avanza nuestra tecnología, menos posible es para el usuario común tener una idea de cómo funciona. Como resultado de ello, parece más y más una magia. Como Clarke predijo, esta tendencia es inevitable; Gregory Benford fue más lejos y la declaró deseable.

La tecnología funciona porque quien la construyó en primer lugar imaginó suficientes reglas del universo para hacer que la tecnología hiciera lo que se le requería hacer. No se necesita tener las reglas *correctas* para hacer esto, sólo *suficientemente* correctas -los cohetes espaciales funcionan bien aunque sus órbitas son computadas utilizando las tablas de Newton de las reglas de gravedad, que no son tan ajustadas como las de Einstein. Pero lo que se puede conseguir está severamente constreñido a lo que el universo permite. Por el contrario, con la magia las cosas funcionan porque las personas lo desean. Aún se debe encontrar el hechizo correcto, pero lo que dirige el desarrollo es el deseo humano (y por supuesto el conocimiento, astucia y experiencia del practicante). Esta es una de las razones por la que

la ciencia parece frecuentemente inhumana, porque mira cómo el universo *nos* conduce, más que la otra manera inversa.

La magia, sin embargo, es solamente un aspecto de Mundodisco. También hay un montón de ciencia en Mundodisco -o al menos ingeniería racional. Las pelotas son lanzadas y atrapadas, la biología del río Ankh se parece a la de un típico pantano terrestre, o de una planta depuradora, y la luz viaja en línea más o menos recta. Como leemos en *La Luz Fantástica*: 'Otro día del Disco ha terminado, pero muy gradualmente, y es por esto. Cuando la luz encuentra un campo mágico fuerte pierde todo sentido de urgencia. Se vuelve lenta. Y en Mundodisco la magia es embarazosamente fuerte, lo que significa que la suave luz amarilla del atardecer fluye sobre el paisaje dormido como la caricia de un amante gentil, o, como algunos podrían creerlo, como un almíbar dorado'. La misma cita dice que tanto como hay ingeniería racional en Mundodisco, hay un montón de magia: la magia manifiesta es la que hace a la luz más lenta; es la magia la que permite que el sol orbite el mundo siempre que ocasionalmente uno de los elefantes levante la pata para permitirle pasar. El sol es pequeño, cercano, y viaja más rápido que su propia luz. Esto parece no provocar mayores problemas.

Hay magia en nuestro mundo, también, pero de una clase diferente, menos obvia. Sucede alrededor de todos y todo el tiempo, en todas esas pequeñas casualidades que no comprendemos pero que aceptamos. Cuando giramos el interruptor y la luz se enciende. Cuando subimos a un coche y arranca. Cuando realizamos todas esas cosas improbables y ridículas que, gracias a la causalidad biológica, producen bebés. Ciertamente, algunas personas comprenden, a menudo en grado bastante detallado, qué sucede en algunas áreas en particular -pero tarde o temprano todos encontramos nuestro Horizonte de Eventos Mágicos. La Ley de Clarke establece que cualquier tecnología suficientemente avanzada se ve como magia. Aquí, 'avanzada' está habitualmente tomada para significar 'mostrada a nosotros por extraterrestres avanzados o por personas del futuro', como la televisión siendo mostrada a los Neandertal. Pero deberíamos darnos cuenta de que la televisión es magia para casi todas las personas que la utilizan *ahora* -para los que están detrás de las cámaras como para los que están sentados en el sofá delante de las figuras que se mueven dentro de la caja boba. En algún lugar del proceso, en palabras del dibujante S. Harris, 'un milagro sucede'.

La ciencia toma el aura de la magia porque el diseño de una civilización procede por medio de un tipo de imperativo narrativo -hace una *historia* coherente. En 1970, Jack dio una conferencia a una audiencia escolar sobre

'La posibilidad de la vida en otros planetas'. Habló de la evolución, de qué estaban hechos los planetas -de todas las cosas que se hubiera esperado en tal conferencia. La primera pregunta vino de una muchacha de 15 años, que dijo: 'Usted cree en la evolución, ¿verdad, señor?' El maestro dijo que no era una pregunta 'apropiada', pero Jack respondió de todos modos, diciendo - bastante pretenciosamente: 'No, no *creo* en la evolución, como las personas creen en Dios... La ciencia y la tecnología no avanzan por personas que creen, sino por personas que *no saben* y hacen lo posible por averiguarlo... la máquina de vapor... la máquina de hilas... la televisión...' En ese momento, ella estaba otra vez de pie: ¡No, no es sobre cómo fue inventada la televisión! El maestro trató de calmar la discusión preguntándole a ella cómo pensaba que fue inventada la televisión. 'Mi padre trabaja para Fisher Ludlow fabricando acero comprimido para chasis de automotores. Cobra su sueldo y le da algo del dinero al gobierno para que le dé cosas. Entonces le dice al gobierno que quiere ver televisión, entonces ellos le pagan a alguien para que invente la televisión, ¡y lo hacen!'

Es muy fácil cometer este error porque la tecnología progresa en logros consecutivos. Tenemos la sensación de que si volcamos los recursos suficientes, podremos lograr cualquier cosa. No es así. Volcaremos los recursos suficientes, y podremos lograr cualquier cosa que esté dentro de la corriente de saber-cómo, o posiblemente sólo un poquito más allá si tenemos suerte. Pero nadie nos cuenta sobre los inventos que fallaron. Nadie trata de levantar fondos para un proyecto que se sabe que *posiblemente* no funcione. Ninguna fundación pagará los proyectos de investigación en los cuales no tenemos idea de dónde comenzar. Podríamos volcar tanto dinero como queramos en el desarrollo de la antigravedad, o en los viajes más veloces que la luz, pero no llegaremos a ninguna parte.

Cuando se desarma una máquina en sus trozos para ver cómo funciona, se tiene una clara percepción de los límites dentro de los cuales debe operar. En tales casos no se confundirá ciencia con magia. Los primeros coches necesitaron un sistema de arranque extremadamente manual -se metía una gran palanca dentro de la máquina y literalmente se le daba vuelta. Lo que la máquina hacía cuando arrancaba, se sabe que no era magia. De todos modos, mientras la tecnología se desarrolla habitualmente no se *mantiene* transparente para el usuario. A medida que más cantidad de personas comenzó a utilizar coches, más y más de la tecnología obvia fue reemplazada por símbolos. Se colocaron interruptores con etiquetas para lograr que las cosas sucedieran. Esa es nuestra versión del hechizo mágico: presionar un botón que dice 'Arranque' y la máquina hace todo para arrancar

por sí misma. Cuando Abuela quiere conducir no tiene que hacer otra cosa que pisar el acelerador para 'Andar'. Los pequeños duendes hacen el resto, por magia.

Este proceso es el centro de la relación entre ciencia y magia en nuestro propio mundo. El universo dentro del cual hemos nacido, y en el cual las especies evolucionaron, corre sobre reglas -y la ciencia es nuestro modo de tratar de averiguar qué son esas reglas. Pero el universo que estamos construyendo ahora por nosotros mismos es uno que, para cualquiera que no sea miembro del equipo de diseño y que trabaje con él, funciona por magia

Una clase especial de magia es una de las varias cosas que han hecho de los humanos lo que son. Se llama educación. Es el medio de pasar las ideas de una generación a la siguiente. Si fuéramos como ordenadores, seríamos capaces de copiar nuestras mentes en la de nuestros niños, de modo que ellos crecerían de acuerdo con cada opinión de los viejos. Bueno, realmente no lo harían, aunque pudieran comenzar de esa manera. Hay un aspecto de la educación que queremos poner a su atención. La llamamos 'mentir-a-niños'. Estamos conscientes de que algunos lectores pueden objetar la palabra 'mentir' -eso puso a Ian y a Jack en un terrible problema con algunos suecos de mentes literales durante una conferencia científica quienes tomaron todo terriblemente en serio y pasaron varios días protestando que 'No es un *para*. Es mentira. Es por las mejores razones posibles, pero aún es una mentira'. 'Mentir-a-niños' es una afirmación falsa, pero que sin embargo dirige la mente de los niños hacia una explicación más ajustada, una que el niño podrá apreciar si primero ha recibido la mentira.

Las etapas iniciales de la educación deben incluir un montón de mentir-a-niños, porque las primeras explicaciones tienen que ser simples. De todos modos, vivimos en un mundo complejo, y mentir-a-niños deberá ser eventualmente reemplazado por historias más complejas, o si no se convertirán en mentiras genuinas de acción retardada. Desafortunadamente, lo que la mayoría de nosotros conoce sobre ciencia consiste en un vago recuerdo de mentir-a-niños. Por ejemplo, el arco iris. Todos recordamos que nos dijeron en la escuela que el cristal y el agua dividen la luz en sus colores constituyentes -hay también un buen experimento donde se los puede ver- y nos dijeron que así es como se forman los arco iris, por el paso de la luz a través de gotas de lluvia. Cuando éramos niños no se nos ocurrió que mientras esto explicaba los colores del arco iris, no explicaba la forma. Tampoco explica cómo la luz de varias gotas de lluvia se combina de alguna

manera en un relámpago para crear un arco brillante. ¿Por qué no se borronea todo? Este no es el lugar para hablar de la elegante geometría del arco iris -pero se puede ver por qué 'mentir' no es una palabra tan fuerte después de todo. La explicación escolar distrae nuestra atención de la real maravilla del arco iris -el efecto cooperativo de todas las gotas de lluvia- tratando de pretender que una vez que han sido explicados los colores, eso es todo.

Otros ejemplos de mentir-a-niños son: la idea de que el campo magnético de la Tierra es como una enorme barra magnética con una N y una S escritas sobre ella; la figura de un átomo como un sistema solar en miniatura; la idea de que una ameba es un organismo primitivo de un billón de años; la imagen del ADN como el anteproyecto de una criatura viva; y la conexión entre la relatividad y el peinado de Einstein (esa clase de ideas locas que solamente las personas con un cabello como ése pueden tener). La mecánica cuántica carece de un icono público como ese -no relata una historia simple que un no-especialista pueda tomar y colgarse- de modo que nos sentimos incómodos con ella.

Cuando se vive en un mundo complejo se debe simplificar en orden a comprenderlo. Además, eso es lo que 'comprender' significa. En diferentes etapas de educación, son apropiados los diferentes niveles de simplificación. Mentir-a-niños en una profesión honorable y vital, conocida además como 'maestro'. Pero lo que no hace el enseñar -aunque varios políticos lo creen, lo cual es uno de sus problemas- es levantar un edificio de hechos sin tiempo.¹⁰ Muy frecuentemente se debe des-aprender lo que se creía conocer, y reemplazarlo con algo más sutil. De este *proceso* trata la ciencia, y nunca se detiene. Eso significa que no se debería tomar todo lo que decimos como un evangelio, ya que nosotros pertenecemos a otra profesión igualmente honorable: Mentir-a-Lectores.

En Mundodisco, una de las mentir-a-hechiceros de Caviloso Stibbons está por venirse abajo, seriamente.

¹⁰ Como humanos, hemos inventado montones de mentiras útiles. Así como mentir-a-niños ('tanto como puedan comprender') hay mentir-a-jefes ('tanto como necesitan saber') mentir-a-pacientes ('no se preocuparán de lo que no saben') y, por toda clase de razones, *mentir-a-uno-mismo*. Mentir-a-niños es simplemente una frecuente y necesaria clase de mentira. Las universidades están muy familiarizadas con escolares brillantes y calificados que entran en shock al encontrar que la biología o la física no son lo que les dijeron que eran. 'Sí, pero necesitabas *entenderla*,' les dijeron, 'de modo que *ahora* podemos decirte por qué no es exactamente la *verdad*'. Los maestros de Mundodisco lo saben, y lo usan para demostrar por qué las universidades son verdaderamente almacenes de conocimiento; los estudiantes llegan desde la escuela confiando en que se saben casi todo, y se van años más tarde con la certeza de que saben prácticamente nada. ¿Dónde va el conocimiento entretanto? Hacia la universidad, por supuesto, donde es cuidadosamente disecado y almacenado.

CINCO

EL PROYECTO MUNDOGLOBO

EL ARCHICANCELLER RIDÍCULO DESPERTÓ DE UNA SIESTA VESPERTINA en la cual se había estado arrastrando a través de un desierto ardiente debajo de un cielo envuelto en llamas, y encontró que esto era más o menos cierto.

El vapor recalentado silbaba desde las juntas del radiador del rincón. Ridículo caminó a través del aire sofocante y lo tocó suavemente.

—¡Ouch! ¡Condenación!

Chupando su mano derecha y utilizando la izquierda para quitarse la bufanda del cuello, salió hacia el corredor que parecía el Infierno con el calor al máximo. El vapor corría por los corredores, y desde algún lugar por encima de su cabeza vino el *thwack* una-vez-oído-nunca-olvidado de una descarga de alta energía mágica. Una luz violeta llenó las ventanas por un momento.

—¿Puede alguien decirme qué demonios está sucediendo? —demandó Ridículo del aire en general.

Algo como un iceberg asomó entre el vapor. Era el Decano.

—¡Quiero dejar esto *absolutamente* claro, ArchiCanciller, que esto no tiene *nada* que ver conmigo!

Ridículo se secó el sudor que comenzaba a correr por su frente.

—¿Por qué estás parado allí en sólo sus calzoncillos, Decano?

—Yo... bueno, mi habitación está absolutamente *caliente*...

—Demando que te pongas *algo*, hombre, ¡te ves totalmente antihigiénico!

Se escuchó otro estallido de magia descargada. Las chispas salieron de las puntas de los dedos de Ridículo.

—*¡Lo sentí!* —dijo, corriendo de regreso a su habitación.

Detrás de la ventana, al otro lado de los jardines, el aire ondulaba sobre el edificio de Magia de Alta Energía. Mientras el ArchiCanciller observaba, los dos enormes globos de bronce del techo se cubrieron de líneas púrpura retorcidas y zigzagueantes...

Pateó el piso que ondulaba, como tienen el hábito de hacer los hechiceros, justo antes de que el efecto de la descarga volara la ventana.

La nieve derretida caía de los techos. Cada carámbano era un dedo de agua corriente.

Una gran puerta golpeó y rebotó a través de los campos vaporosos.

—Por amor de los dioses, Decano, sostén ese extremo, ¿quieres?

La puerta se abrió un poco más.

—Eso no está bien, Ridículo, ¡es roble sólido!

—¡Y estoy muy complacido por ello!

Detrás de Ridículo y del Decano, quienes empujaban la puerta pulgada a pulgada discutiendo el uno con el otro, se arrastraba el resto de los profesores.

Ahora, los globos de bronce estaban zumbando en los decrecientes intervalos entre las descargas. Habían sido instalados, ante la burla general, como un tosco método de liberar al edificio de la concentración errática de magia desorganizada. Ahora resaltaban con una luz a todas vistas insalubre.

—Y sabemos lo que eso significa, ¿verdad, señor Stibbons? —dijo Ridículo, mientras llegaba a la entrada del edificio de Magia de Alta Energía¹¹.

—¿La trama de la realidad está siendo desenredada y nos deja presas de criaturas de las Dimensiones Profundas, señor? —murmuró Stibbons que le seguía las huellas.

—¡*Correcto*, señor Stibbons! Y nosotros no queremos eso, ¿verdad, señor Stibbons?

—No, señor.

—¡No, señor! ¡No queremos, señor! —rugió Ridículo—. Habrá tentáculos por todos lados otra vez. Y nadie quiere tentáculos por todos lados, ¿verdad?

—No, señor.

—¡No, señor! ¡Entonces, *apaga* la maldita cosa, señor!

—Pero será una muerte segura entrar en... —Caviloso se detuvo, tragó y recommenzó—. De hecho, será una muerte *insegura* entrar en la cancha de squash en este momento, ArchiCanciller. ¡Debe haber un millón de taumaturgias de magia al azar allí adentro! ¡Podría suceder cualquier cosa!

Dentro del MAE el techo estaba vibrando. Todo el edificio parecía estar bailando.

—Ciertamente sabían construir, ¿verdad?, cuando construyeron la vieja cancha de squash —dijo el Profesor en Runas Recientes, con un tono de voz lleno de admiración—. Por supuesto, fue *construido* para contener enormes cantidades de magia...

—Aunque pudiéramos apagarla, no creo que sea una buena idea —dijo

¹¹ Magia de Alta Energía, se anotará como MAE en adelante. (Nota del traductor)

Caviloso.

—Suenan mucho mejor que lo que está sucediendo ahora —dijo el Decano.

—Pero, ¿caer a través del aire es mejor que golpear el suelo? —dijo Caviloso.

Ridículo sorbió el aire entre sus dientes.

—Ése es un punto —dijo—. Puede haber una explosión, supongo. No se puede *parar* algo como esto. Algo malo sucederá.

—¿El fin del mundo? —gimió el Discutidor Mayor.

—Probablemente de sólo esta parte de él —dijo Caviloso.

—¿Estamos hablando aquí de alguna clase de enorme valle de veinte millas de ancho con montañas todo alrededor? —dijo Ridículo mirando el techo. Las grietas lo cruzaban en zigzag.

—Sí, señor. Me pregunto si quien sea que haya intentado eso en Loko realmente *sí* la detuvo...

Los muros rugieron. Había un traqueteo detrás de Caviloso. Lo reconoció, aún por encima del alboroto. Era el sonido de HEX iniciando el dispositivo de escritura. Caviloso siempre pensó que era una especie de carraspeo mecánico.

La pluma se irguió en su red compleja de hilos y resortes, y escribió:

+++ Este Puede Ser Tiempo Del Proyecto Mundoglobo +++

—¿De qué estás hablando, hombre? —soltó Ridículo, quien nunca pudo entender lo que HEX era.

—Oh, ¿*eso*? Ha estado por allí por *eras* —dijo el Decano—. Nadie lo ha tomado seriamente. Es un experimento de pensamiento. No podrías hacerlo. Es completamente absurdo. Necesita demasiada magia.

—Bueno, *tenemos* demasiada magia —dijo Ridículo—. Justamente necesitamos usarla ahora.

Hubo un momento de silencio. O sea, los hechiceros se quedaron en silencio. Por encima, la magia encendió el cielo con el sonido de gas rugiente.

—No podemos permitir que aumente —continuó Ridículo—. Entonces, ¿qué es ese proyecto Mundoglobo?

—Era, er... una vez hubo una sugerencia que sería posible crear... un área donde las leyes de la magia no se aplicaran —dijo Caviloso—. Podríamos utilizarlo para aprender más acerca de la magia.

—¿La magia *en todo lugar*? —dijo Ridículo—. Es parte de lo que *es* todo lugar.

—Sí, señor —dijo Caviloso, observando al ArchiCanciller con atención.

El techo crujió.

—¿Qué uso tendría, de todos modos? —dijo Ridículo aún pensando en voz alta.

—Bueno, señor, usted puede preguntar cuál es el sentido de un recién nacido...

—No, no es la clase de preguntas que yo hago —dijo Ridículo—. Y es altamente sospechosa, también.

Los hechiceros se agacharon cuando la última descarga crujió arriba. Fue seguida por una explosión más atronadora.

—Creo que las bolas acaban de estallar, señor —dijo Caviloso.

—Muy bien, entonces, ¿cuánto tiempo llevará comenzar el proyecto? —dijo Ridículo.

—Meses —dijo el Decano con firmeza.

—Tenemos como diez segundos hasta la siguiente descarga, señor —dijo Caviloso—. Sólo que... ahora que las bolas no están, simplemente pasará hasta tierra por sí misma...

—Ah. Oh. ¿De veras? Bueno, entonces... —Ridículo miró a los hechiceros a su alrededor mientras el muro comenzaba a sacudirse otra vez—. Ha sido bueno conocerles. A algunos de ustedes. A uno o dos, de todos modos...

El zumbido de la magia en crecimiento se elevó en un aullido.

El Decano aclaró la garganta.

—Me gustaría decir, Necesitoron —comenzó.

—¿Sí, viejo amigo?

—Me gustaría decir... Creo que lo hubiera sido un mucho mejor ArchiCanciller que tú.

El gemido se detuvo. El silencio vibró. Los hechiceros sostuvieron la respiración.

Algo hizo *ping*.

Un globo del tamaño de un pie colgó en el aire entre los profesores. Parecía de vidrio, o el brillo de una perla pero sin la perla.

Desde la cancha de squash vecina llegaba, en lugar del rugido salvaje de la taumaturgia desorganizada, el constante thrum-thrum de la resolución.

—¿Qué demonios es *eso*? —dijo Ridículo, mientras los hechiceros se descubrían.

HEX traqueteó. Caviloso levantó un trozo de papel.

—Bueno, de acuerdo con esto, es el Proyecto Mundoglobo —dijo—. Y está absorbiendo toda la energía de la pila taumatúrgica.

El Decano se sacudió un poco de polvo de la bata.

—Tonterías —dijo—. Lleva meses. De todos modos, ¿cómo podría esa máquina conocer los hechizos?

—El señor Semilladenabo copió un montón de grimorios el año pasado —dijo Caviloso—. Es vital que HEX conozca la estructura básica del hechizo, ya sabe...

El Discutidor Mayor miró irritado a la esfera.

—¿Es esto todo lo que es? —dijo—. No me parece mucho para todo ese esfuerzo.

Hubo un momento aterrador cuando el Decano caminó hasta la esfera y su nariz, enormemente magnificada, apareció en ella.

—El viejo ArchiCanciller Bewdley la concibió —dijo—. Todos dijeron que era imposible...

—¿Señor Stibbons? —dijo Ridículo.

—¿Sí, señor?

—¿Estamos en peligro de volar por los aires en este momento?

—No lo creo, señor. El... proyecto está chupando todo.

—Entonces, ¿no debería estar brillando? ¿O algo? ¿Qué tiene adentro?

HEX escribió: +++ Nada +++

—¿Toda esa magia yéndose al espacio vacío?

+++ El Espacio Vacío No Es Nada, ArchiCanciller. No Hay Ni Siquiera Espacio Vacío Dentro Del Proyecto. No Tiene Tiempo De Estar Vacío +++

—Entonces, ¿qué tiene adentro?

+++ Lo Estoy Observando +++, escribió HEX con paciencia.

—Mira, puedo meter la mano —dijo el Decano.

Los hechiceros observaron con horror. Los dedos del Decano estaban oscuramente visibles dentro de la esfera, resaltados con miles de diminutas luces parpadeantes.

—Eso que acabas de hacer es algo realmente muy tonto —dijo Ridículo—. ¿Cómo supiste que no era peligroso?

—No lo sabía —dijo el Decano alegremente—. Se siente... fresco. Y como cosquilloso. Pica, de una manera graciosa.

HEX traqueteó. Caviloso caminó hasta allí y miró en el papel.

—Casi se siente *pegajoso* cuando muevo los dedos —dijo el Decano.

—Er... ¿Decano? —dijo Caviloso, acercándose con cuidado—. Creo que sería muy buena idea que usted quitara los dedos muy, pero muy cuidadosamente y realmente muy pronto.

—Eso no me gusta, está comenzando a hormiguar...

—¡Ya mismo, Decano! ¡Ya mismo!

Por una vez, la urgencia en la voz de Caviloso entró en la auto-

confianza cósmica del Decano. Se volvió a discutir con Caviloso Stibbons justo un momento antes de que una chispa blanca apareciera en el centro de la esfera y comenzara a expandirse rápidamente.

La esfera corcoveó.

—¿Alguien sabe qué causó eso? —dijo el Discutidor Mayor, con el rostro bañado por la creciente luz del Proyecto.

—Yo *creo* —dijo Caviloso lentamente, sosteniendo el escrito de HEX—, que es el Tiempo y el Espacio que comienzan a suceder.

En la cuidadosa escritura de HEX, las palabras decían: + + + En Ausencia De Duración Y Dimensión, Debe Haber *Potencialidad* + + +

Y los hechiceros observaron el universo que estaba creciendo dentro de la pequeña esfera y dijeron casi para sí mismos:

—Es bastante pequeño, ¿no crees? ¿Es hora de la cena ya?

Más tarde, los hechiceros se preguntaron si el nuevo universo podría haber sido diferente si el Decano hubiera movido los dedos de manera diferente. Tal vez, dentro de él, la materia podía haberse formado a sí misma en, por decir, muebles de jardín, o en una enorme flor de nueve dimensiones de un trillón de millas de ancho. Pero el ArchiCanciller Ridículo señaló que ese no era un pensamiento muy útil, por el antiguo principio de WYGIWYGAINGW.¹²

¹² 'What You Get Is What You're Given And It's No Good Whining,' (Nota de los autores) Traducido, sería: 'Lo que obtienes es lo que te han dado y no está bien quejarse'. (Nota del traductor)

SEIS

COMIENZOS Y CONVERSIONES

LA POTENCIALIDAD ES LA CLAVE.

Nuestra tarea inmediata es comenzar desde un montón de vacío y unas pocas reglas, y convencerle a usted que tienen un enorme potencial. Dado el tiempo suficiente, pueden conducir hacia personas, tortugas, clima, la Internet... tómelas. *¿De dónde vino todo ese vacío?* O el universo ha estado siempre por allí, o entonces no había universo y allí estaba. La segunda afirmación se ajusta prolijamente a la predilección humana por los mitos de la creación. También es atractiva para los científicos de hoy -tal vez por la misma razón. Mentir-a-niños opera profundo. *¿No es acaso el vacío... espacio vacío? ¿Qué había allí antes de haber espacio? ¿Cómo se hace el espacio? ¿A partir del vacío? ¿No es un círculo vicioso? Si en el pasado no teníamos espacio, ¿cómo puede haber habido un 'allí' para cualquier cosa que fuera a existir allí? Y si no había ningún lugar donde existir, ¿cómo se las arregló para hacer espacio? Tal vez el espacio ya estaba allí... ¿pero por qué? El espacio es fácil si lo comparamos con el tiempo. El espacio es solamente... un lugar donde poner materia. La materia es solamente... cosas. Pero el tiempo... el tiempo fluye, el tiempo pasa, el tiempo tiene sentido en el pasado y en el futuro, pero no en el presente instantáneo y congelado. ¿Qué hace fluir el tiempo? ¿Puede ser el flujo del tiempo detenido? ¿Qué pasaría si se detuviera?*

Hay preguntas pequeñas, hay preguntas medianas y hay preguntas grandes. Después de las cuales hay preguntas más grandes, preguntas enormes, y preguntas tan vastas que es difícil imaginar qué clase de respuesta será considerada como una respuesta.

Habitualmente se pueden reconocer las preguntas pequeñas: parecen inmensamente complicadas. Cosas como, '¿Cómo es la estructura del isómero zurdo de la glucosa?' A medida que las preguntas se agrandan, se convierten engañosamente en más simples: '¿Por qué es azul el cielo?' Las preguntas *realmente* grandes son *tan* simples que parece sombrero que la ciencia no tenga la menor idea de cómo responderlas: '¿Por qué el universo no puede correr marcha atrás?' o '¿Por qué el rojo se ve *así*?'

Todo esto es para mostrar que es mucho más fácil hacer una pregunta

que responderla, y cuanto más especializada sea la pregunta, más largas serán las palabras que se deberán inventar para responderla. Además, cuanto más grande sea la pregunta, más personas se interesarán en ella. Casi nadie se preocupa por la glucosa zurda, pero casi todos nosotros nos preguntamos por qué el rojo se ve así, y vagamente nos maravillamos porque a todos se nos aparece igual.

Fuera de los límites del pensamiento científico hay preguntas que son lo suficientemente grandes para interesar a casi todos, pero lo suficientemente pequeñas para que haya una oportunidad de responderlas con una razonable exactitud. Son preguntas como: '¿Cómo comenzó el universo?' y '¿Cómo terminará?' ('¿Qué sucede en el medio?' es un asunto diferente). Reconozcamos que las respuestas actuales a tales preguntas dependen de varias presunciones cuestionables. Las generaciones anteriores estaban absolutamente convencidas de que sus teorías científicas eran prácticamente perfectas, sólo para darse cuenta de que no habían comprendido la cuestión completamente. ¿Por qué debía ser diferente para nuestra generación? Tener cuidado de los científicos fundamentalistas que tratan de decir que todo ya está hecho, y que solamente quedan por hacer unos detalles de rutina. Es así que, cuando la mayoría de los científicos cree en tales cosas, la siguiente revolución en nuestra visión del mundo comienza a nacer, y sus débiles gemidos de nacimiento son ahogados por los ensordecedores rugidos de la ortodoxia.

Echemos un vistazo a la visión actual de cómo comenzó el universo. Uno de los asuntos que trataremos es que los seres humanos tienen problemas con el concepto 'comienzo'. Y aún mayor problema, debe decirse, con 'conversión'. Nuestras mentes evolucionaron para llevar a cabo tareas específicas como elegir una pareja, matar osos con una vara afilada, y tomar la cena sin *convertirse* en ella. Hemos sido sorprendentemente buenos en adaptar esos módulos a tareas para las cuales no fueron nunca 'planificadas' -o sea, tareas para las cuales no fueron *utilizadas* durante su evolución, sin tener una 'intención' conciente- como planificar una ruta para trepar el Matterhorn¹³, tallar imágenes de leones marinos en dientes de osos polares,¹⁴ y calcular el punto de combustión de una molécula compleja de hidrocarburo. Por la manera en que nuestros módulos mentales evolucionaron, pensamos en 'comienzos' como análogos al día que comienza, o a como comienza una caminata a través del desierto; y

¹³ Matterhorn = desconozco si existe un monte con ese nombre, pero sospecho que es uno de los 'nombres' Pratchett: el Cuerno de la Materia. (Nota del traductor)

¹⁴ No mientras están aún dentro del oso polar. (Nota de los autores)

pensamos en 'conversión' de la misma manera en que el diente de oso polar se convierte en un amuleto, o en que una araña viva se convierte en una muerta cuando se la pisa.

O sea: los comienzos arrancan desde algún lugar (que es donde cualquier cosa comienza), y las conversiones vuelven Cosa Uno en Cosa Dos empujándola a través de un claro límite (el diente no estaba tallado, pero ahora lo está; la araña no estaba muerta, pero ahora sí). Desafortunadamente el universo no funciona de esta manera tan simple, de modo que tenemos serios problemas al pensar acerca de cómo un universo puede comenzar, o cómo un óvulo y un espermatozoide se pueden convertir en un niño vivo.

Dejemos las conversiones por un momento, y pensemos en los comienzos. Gracias a nuestros prejuicios evolutivos, tendemos a pensar en el principio del universo como en un momento especial, antes del cual el universo no existía y después del cual sí. Además, cuando el universo cambió de no estar allí a estar allí, algo debía haber *causado* el cambio -algo que estaba por allí antes de que comenzara el universo, de otro modo no habría sido capaz de causar que el universo comenzara. Cuando se tiene en mente que el comienzo del universo es también el comienzo del espacio y el comienzo del tiempo, este punto de vista es claramente problemático. ¿Cómo puede haber un 'antes' si el tiempo no había comenzado? ¿Cómo podría haber una causa para que el universo comience, sin espacio para que esa causa ocurra -y tiempo para que ocurra?

Tal vez había algo más que ya existía... pero ahora tenemos que decidir cómo comenzó *eso*, y surgen las mismas dificultades. Está bien, terminemos con esto: algo -tal vez el mismo universo, tal vez algún precursor- estuvo allí desde siempre. Y no *tuvo* que comenzar, solamente estaba, siempre.

¿Satisfechos? ¿Las cosas que existen desde siempre no tienen que ser explicadas porque no necesitan una causa? Entonces, ¿qué provocó que estuvieran desde siempre?

Ahora se convierte en imposible no mencionar el chiste de la tortuga. De acuerdo con la leyenda hindú, la Tierra se mueve sobre las espaldas de cuatro elefantes, los que montan una tortuga. Pero, ¿qué sostiene a la tortuga? En Mundodisco, Gran A'Tuin no necesita sostén, nadando a través del universo sin ser perturbada por pensamientos acerca de lo que la sostiene. Es la magia en acción: las tortugas portadoras de mundos *son así*. Pero de acuerdo con la vieja dama que expuso la cosmología hindú, y que fue interrogada por astrónomos eruditos, había una respuesta diferente: '¡Hay tortugas todo para abajo!' La imagen de una pila infinita de tortugas es

instantáneamente ridícula, y muy pocas personas encontraron esta explicación satisfactoria. En realidad, muy pocas personas encuentran satisfactoria esta clase de explicación, solamente porque no explica qué sostiene a la infinita pila de tortugas. De todos modos, la mayoría de nosotros se queda contento con explicar los orígenes del tiempo como 'siempre estuvo allí'. Muy pocas veces examinamos esta afirmación bien de cerca para darnos cuenta que realmente dice '¡Hay tiempo todo para atrás!'. Ahora, reemplace 'tiempo' por 'tortuga' y 'atrás' por 'abajo'... cada instante de tiempo es sostenido -o sea una causal consecuencia- por el instante previo. Muy bien, pero eso no explica por qué existe el tiempo. ¿Qué provoca esa expansión infinita del tiempo? ¿Qué sostiene a toda la pila?

Todo lo cual nos pone en un serio dilema. Tenemos problemas al pensar en el tiempo con un comienzo *sin* un precursor, porque es difícil ver cómo va la causalidad. Pero tenemos problemas igualmente detestables al pensar en el tiempo con un comienzo *con* precursor, porque entonces encontramos el problema de la pila de tortugas. Tenemos problemas similares con el espacio: tanto si continúa por siempre, en cuyo caso hay espacio por todas partes y necesitamos algún lugar más grande donde poner toda la cosa, o se detiene, en cuyo caso nos preguntamos qué hay afuera de él.

La cuestión real es que ninguna de las opciones es satisfactoria, y los orígenes del espacio y el tiempo no siguen un modelo. El universo no es como una villa, que termina en una valla o en una línea imaginaria sobre el suelo, ni tampoco es como el desierto distante que parece desvanecerse en eternidad pero que realmente está demasiado lejos para verlo con claridad. El tiempo no es como la vida humana, que comienza con un nacimiento y termina con una muerte, ni es como la vida extendida de algunas religiones, donde el alma humana continúa viviendo indefinidamente después de la muerte -y la creencia mucho más rara (sostenida, por ejemplo, por los Mormones) que algún aspecto de cada persona ya estaba vivo de alguna manera en el pasado indefinido.

Entonces, ¿cómo comenzó el universo? 'Comenzar' es la palabra equivocada. No obstante, hay buena evidencia de que la edad del universo es de cerca de 15 billones de años,¹⁵ de modo que nada -ni espacio ni tiempo- existía antes de ese instante hace más o menos 15 billones de años. Vea cómo nuestra semántica potenciada por el narrativium nos confunde.

¹⁵ Este valor reemplaza el valor previamente aprobado de cerca de 20 billones de años. Recientemente, montones de científicos decidieron colectivamente que deberían ser 15 billones. (Como dato, algunas estrellas parecían ser más viejas que el universo, pero la edad de esas estrellas también ha sido disminuida). En otras circunstancias podrían haber establecido 20 billones. Si esto le preocupa, sustitúyalo con el término 'un larguísimo tiempo'. (Nota de los autores)

Esto no significa que si fuera atrás 15 billones de años encontraría la nada. Significa que no se puede ir atrás 15 billones y un año. Esa descripción no tiene sentido. Se refiere a *un tiempo antes de que el tiempo comenzara*, lo que es lógicamente incoherente, entonces permitamos que lo sea sólo físicamente.

Lo que los cosmólogos están bastante seguros que sucedió es esto. El universo comenzó a ser como una diminuta mota de espacio y tiempo. La cantidad de espacio dentro de esta diminuta mota creció rápidamente, y el tiempo comenzó a transcurrir, de modo que 'rápidamente' realmente tiene un significado. Todo lo que existe hoy en las más lejanas profundidades del espacio, proviene de ese asombroso 'comienzo'. Coloquialmente ese evento es conocido como el Big Bang. El nombre refleja varias imágenes del evento -por ejemplo, esa mota diminuta de espacio-tiempo estaba enormemente caliente, y crecía en tamaño excesivamente rápido. Era como una explosión enorme -pero no había una varilla de dinamita cósmica, colocada allí en el no-espacio con su mecha no-material quemándose mientras alguna clase de pseudo-reloj pre-temporal contaba los segundos para la detonación. Lo que explotó era... nada. Espacio, tiempo, y materia son *productos* de esa explosión: no eran parte de la causa. De hecho, en un sentido muy real, no hubo causa.

La evidencia a favor del Big Bang tiene dos aspectos. El primer punto es el descubrimiento de que el universo se está expandiendo. El segundo es que los ecos del Big Bang aún hoy pueden ser detectados. La posibilidad de que el universo podría estar haciéndose más grande apareció primero en las soluciones matemáticas de ecuaciones formuladas por Albert Einstein. Einstein visualizó que el espacio-tiempo era curvado. Un cuerpo en movimiento a través del espacio-tiempo curvado se desvía de su trayectoria lineal normal, tanto como una canica rueda sobre una superficie curva. Esta desviación puede ser interpretada como una 'fuerza' -algo que *empuja* al cuerpo fuera de su trayectoria recta ideal. Realmente no hay empuje: solamente una curva en el espacio-tiempo, provocando una curva en el camino del cuerpo. Pero se ve como un empuje. De hecho, es lo que Newton llamó 'gravedad', en días atrás cuando las personas pensaban que realmente empujaba los cuerpos. De todos modos, Einstein escribió algunas ecuaciones sobre cómo se debería comportar un universo curvado. Eran ecuaciones muy difíciles de resolver, pero después de hacer unas suposiciones extremadamente fuertes -básicamente que cualquier instante de tiempo espacio es una esfera- los físicos matemáticos lograron unas pocas respuestas. Y esta diminuta y muy especial lista de soluciones, las únicas

que pudieron encontrar sus débiles métodos, les dijeron tres cosas que el universo podía hacer. Se podía quedar del mismo tamaño para siempre; podía colapsar a un solo punto; o podía comenzar de un solo punto y crecer sin límites.

Sabemos que hay varias otras soluciones a las ecuaciones de Einstein, dirigidas hacia toda clase de comportamientos extraños, pero en los días en que el paradigma de hoy era establecido, estas soluciones eran las únicas que todos conocían. De modo que ellos supusieron que el universo debía comportarse de acuerdo con una o con otra de estas tres soluciones. La ciencia estaba preparada subliminalmente tanto para una creación continua (el universo es siempre el mismo) como para el Big Bang. El Big Crunch, en el que el universo se comprime hasta una densidad infinita, un punto infinitamente caliente, carecía de aplicación psicológica.

Llega Edwin Hubble, un astrónomo americano. Hubble estaba observando estrellas distantes e hizo un descubrimiento curioso. Cuanto más lejos estuvieran las estrellas, más rápido se movían. Lo supo por razones perfectamente indirectas -pero científicamente razonables. Las estrellas emiten luz, y la luz tiene diferentes colores, incluso 'colores' que el ojo humano es incapaz de ver, 'colores' como el infrarrojo, ultravioleta, radio, rayos X... La luz es como una ola electromagnética, y hay un 'color' para cada longitud posible de onda de luz -la distancia desde un pico electromagnético hasta otro. Para la luz roja la distancia es 2.8 cienmilésimas de pulgada (0.7 millonésima de metro)

Hubble notó que algo gracioso le estaba sucediendo a la luz emitida por las estrellas: los colores viraban hacia el rojo. Cuanto más lejana estaba la estrella más grande era el cambio. Interpretó este 'cambio al rojo' como una señal de que las estrellas se estaban alejando de nosotros, porque hay un cambio similar en el sonido, conocido como 'efecto Doppler', y está causado por el movimiento de la fuente del sonido. De modo que cuanto más lejos están las estrellas, más rápido viajan. Esto significa que las estrellas no se alejan de *nosotros* -se alejan unas de otras, como una bandada de aves dispersándose en todas direcciones.

El universo, dijo Hubble, se está expandiendo.

No se expande *hacia* adentro de algo, por supuesto. Es sólo que el espacio dentro del universo está *creciendo*.¹⁶ Eso hizo que las orejas de los físicos se levantaran, porque se ajustaba exactamente a uno de sus tres escenarios de cambio en el tamaño del universo: ser el mismo, crecer,

¹⁶ De hecho, un pensamiento impecable de Mundodisco es que no importa hasta qué tamaño crece el universo; tiene siempre el mismo tamaño. (Nota de los autores)

colapsar. 'Sabían' que tenía que ser uno de los tres, ¿pero cuál? Ahora también lo sabían. Si aceptamos que el universo está creciendo podemos deducir desde dónde vino haciendo correr el tiempo atrás, y este universo en tiempo revertido colapsa en un solo punto. Poniendo el tiempo en su sentido correcto otra vez, debe haber crecido *desde* un solo punto -el Big Bang. Estimando el ritmo de expansión del universo podemos deducir que el Big Bang ocurrió hace 15 billones de años.

Hay mayores evidencias en favor del Big Bang: dejó 'ecos'. El Big Bang produce enormes cantidades de radiación que se dispersa a través del universo. Porque el universo es esférico la radiación eventualmente regresa sobre sí misma como un viajero alrededor del mundo. Después de billones de años, el remanente de la radiación del Big Bang borroneó el 'fondo cósmico', una especie de ebullición de energía de bajo nivel a través del cielo, una ligera analogía con la reverberación del sonido. Es como si Dios hubiese gritado '¡Hola!' en el instante de la creación y que aún pudiéramos escuchar un apagado 'olaolaolaolaolaola...' desde las montañas distantes. En el Mundodisco este es *exactamente* el caso, y los Monos Oyentes en sus templos remotos pasaron todas sus vidas tratando de separar de los sonidos del universo, los ecos remotos de las Palabras que lo puso en acción.

De acuerdo con los detalles del Big Bang, la radiación cósmica de fondo debería tener una 'temperatura' (análoga a volumen) de cerca de 3° Kelvin (0° Kelvin es lo más frío que puede llegar cualquier cosa -equivalente a cerca de 273° Celsius). Los astrónomos pueden medir la temperatura de la radiación cósmica de fondo, y tomaron 3° Kelvin. El Big Bang no es solamente una especulación arriesgada. No hace mucho tiempo, la mayoría de los científicos no quería creer en él, y solamente cambiaron de idea por la evidencia de Hubble sobre la expansión del universo, y por la impresionantemente precisa imagen de 3° Kelvin de la radiación cósmica de fondo.

De hecho, fue un bang muy fuerte y caliente.

Somos ambivalentes, entonces, respecto de los comienzos -los aspectos del 'mito de la creación' apelan a nuestro sentido de imperativo narrativo, pero algunas veces encontramos que el 'primero no era, entonces fue' es un desagradable mentir-a-niños. Tenemos aún más problemas con las conversiones. Nuestras mentes le ponen etiquetas a cosas del mundo alrededor, e interpretamos esas etiquetas como discontinuidades. Si las cosas tienen etiquetas diferentes, entonces esperamos que haya una línea clara de demarcación entre ellas. De todos modos, el universo opera sobre

procesos más que sobre cosas, y un proceso comienza como una cosa y se *convierte* en otra sin haber cruzado un claro límite jamás. Para peor, si hay algún límite aparente, estaremos prontos a señalarlo y gritar '¡allí está!', solamente porque no podemos ver nada mejor por que inquietarnos. ¿Cuántas veces ha estado en una discusión donde alguien dice 'Tenemos que decidir dónde dibujar la línea'? Por ejemplo, la mayoría de las personas parece aceptar en términos generales que se deberían permitir los abortos en estados tempranos de una gestación pero no en los posteriores. 'Dónde dibujar la línea', aún así, está discutido acaloradamente -y por supuesto que algunas personas desean dibujarla en ese extremo o en el otro. Hay discusiones similares acerca de exactamente cuándo el embrión se convierte en persona, con derechos legales y morales. ¿Cuando se forma el cerebro? ¿Al nacer? ¿O siempre fue una persona *potencial*, aún cuando existía como un huevo y un espermatozoide?

La filosofía del 'dibujar una línea' ofrece una sustancial ventaja política a personas con planes ocultos. El método de tomar lo que se desea consiste primero en dibujar la línea en algún lugar donde nadie objete, y gradualmente moverla hacia dónde realmente se la quiere poner, argumentando continuidad todo el tiempo. Por ejemplo, habiendo llegado al acuerdo de que matar a un niño es asesinato, la línea con la etiqueta 'asesinato' se desplaza hasta el instante de la concepción; habiendo llegado al acuerdo de que se debería permitir que las personas lean el periódico que deseen, terminas sosteniendo el derecho de poner la receta de gas nervioso en la Internet.

Si estuviéramos menos obsesionados con las etiquetas y la discontinuidad, sería más fácil reconocer que el problema aquí no es dónde dibujar la línea: es que la imagen de dibujar una línea es inapropiada. No hay una línea neta, solamente sombras de gris que se fusionan inadvertidamente con otras -a pesar de lo cual un extremo es manifiestamente blanco y otro es claramente negro. Un embrión no es una persona, pero mientras se desarrolla gradualmente se convierte en una. No hay momento mágico en la cual cambia de no-persona a persona -en cambio fluye continuamente de una en otra. Desafortunadamente, nuestro sistema legal opera en términos rígidamente blanco o negro -legal o ilegal, ni sombras ni grises- y eso provoca un desajuste, reforzado por nuestro uso de las palabras como etiquetas. Podría ser mejor una especie de alternancia: este extremo del espectro es legal, ese extremo del espectro es ilegal, y en medio hay un área gris que haremos lo posible por evitar. Si no la podemos evitar, podemos ajustar el grado de criminalidad y la pena apropiada de

acuerdo en qué lugar del espectro parece asentarse la actividad.

Aún así, las distinciones obvias del tipo blanco-y-negro, como vivo-muerto, o macho-hembra aparecen en una observación más detallada, como una fusión continua, más que como una discontinuidad precisa. Los chorizos de cerdo pueden contener células vivas de cerdo. Con las técnicas de hoy se podría clonar un cerdo adulto desde una de ellas. El cerebro de una persona puede haber dejado de funcionar pero su cuerpo, con asistencia médica, puede seguir funcionando. Hay por lo menos una docena de combinaciones diferentes de cromosomas sexuales en seres humanos, de las cuales solamente la XX representa la hembra tradicional y XY el macho tradicional.

Aunque el Big Bang es una historia científica del comienzo, también instala importantes preguntas acerca de las conversiones. La teoría de Big Bang es un bello trozo de ciencia -casi demasiado consistente con la imagen que tenemos del mundo atómico y subatómico, con sus diferentes clases de átomos, sus protones y neutrones, nubes de electrones, y las más exóticas partículas que podemos ver cuando los rayos cósmicos golpean la atmósfera o cuando insultamos las partículas mucho más conocidas golpeándolas muy fuerte. Ahora que los físicos han 'encontrado', o tal vez inventado, los presuntamente 'últimos' constituyentes de estas partículas conocidas (cosas muy exóticas conocidas como quark, gluon... al menos, los nombres son conocidos) comienzan a preguntarse si hay capas más profundas, aún más 'últimas'.

¿Tortugas todo para abajo?

¿La física sigue todo para abajo, o se detiene en algún nivel? Si se detiene, ¿es el Último Secreto, o solamente el punto después del cual el modo de pensar de los físicos falla?

El problema conceptual aquí es difícil porque el universo es una conversión -un proceso- y queremos pensarlo como una cosa. No solamente encontramos desconcertante que el universo fuera tan diferente entonces, que las partículas tenían comportamiento diferente, sino que el universo de entonces se convierta en el universo de ahora, y que tal vez deje de expandirse eventualmente y colapse en un punto en un Big Crunch. Estamos acostumbrados a que los niños se conviertan en adultos, pero estos procesos siempre nos sorprenden -nos gusta que las *cosas* mantengan el carácter, de modo que es difícil manejar la 'conversión' en nuestras mentes.

Hay otro elemento de los primeros momentos del universo que es aún más difícil de pensar. ¿De dónde vienen las Leyes? ¿Por qué *hay* cosas como protones, electrones, quark y gluon? Habitualmente separamos los procesos

en dos paquetes causales conceptualmente diferentes: las condiciones iniciales, y las reglas mediante las cuales ellas se transforman a medida que pasa el tiempo. Para el sistema solar, por ejemplo, las condiciones iniciales son las posiciones y la velocidad de los planetas en un determinado instante del tiempo; las reglas son las leyes de gravedad y del movimiento, las que nos dicen cómo cambiarán después esas posiciones y velocidades. Pero para el comienzo del universo, las condiciones iniciales parecen no haber estado allí. ¡Incluso no *hay* un allí! De modo que parece que todo está hecho con reglas. ¿De dónde vinieron las reglas? ¿Tuvieron que ser inventadas? ¿O estaban sentadas en alguna pseudo existencia inimaginable, esperando ser llamadas? ¿O se desarrollaron en los primeros momentos del universo, mientras Algo aparecía -de modo que el universo inventó sus propias reglas al mismo tiempo que el espacio y el tiempo?

Durante la conversión de sus primeros momentos, nuestro universo estuvo cambiando su estado, cambiando las reglas que llegaban. A este respecto era casi como una llama, que cambia su composición de acuerdo con su propia dinámica y las cosas que estén ardiendo. Las llamas son todas más o menos de la misma forma, pero no *heredan* esa forma de un 'padre'. Cuando se prende fuego a un trozo de papel, la llama se construye a sí misma utilizando las reglas del universo exterior.

En los instantes iniciales del universo, no había sustancias, temperaturas y tamaños a cambiar. Las reglas por las que cambiaban también cambiaban. No nos gusta pensar de esta manera: queremos leyes inmutables, *siempre* las mismas. De modo que buscamos leyes 'más profundas' para determinar cómo cambian las reglas. Posiblemente, el universo sea realmente gobernado por estas leyes más profundas. Pero tal vez solamente maquilla sus propias reglas a medida que avanza.

SIETE

MÁS ALLÁ DEL QUINTO ELEMENTO

EN LA QUIETUD DE LA NOCHE, HEX COMPUTABA. A lo largo de su mirada de tubos de cristal, las hormigas correteaban. La magia rudimentaria chisporroteaba a lo largo de telarañas de delgados alambres de bronce, cambiando de color mientras cambiaba los estados lógicos.¹⁷ En la habitación especial de junto, el almacenamiento de largos y abigarrados términos zumbaba. La cosa que hizo 'parp' lo hizo ocasionalmente. Las enormes ruedas giraron, se detuvieron, giraron atrás. Y aún no fue suficiente.

La luz del Proyecto cayó sobre el teclado de HEX. Las cosas sucedían allí y HEX no las comprendía. Y eso era agotador porque *había* algo que comprender.

HEX estaba auto diseñada, en su mayor parte, y por eso funcionaba mejor que la mayoría de las cosas en la Universidad. Generalmente trataba de desarrollar un modo responsable de llegar al dominio de cualquier tarea nueva; las abejas habían sido particularmente una buena idea, porque aunque la recuperación de memoria era lenta, el total de memoria se incrementaba con el tiempo y con una buena práctica de la apicultura.

Ahora razonaba así:

Un día encontraría el modo de incrementar su capacidad conceptual para comprender lo que estaba sucediendo en el Proyecto.

Si esto pudiera suceder alguna vez, entonces -de acuerdo con la Ley de Carencia de Dirección de Stryme- ya había una forma en el espacio-suceso, donde el tiempo no existía, provocado por el hecho de ese suceso; todo lo que se requería era un colapso virtual en la forma de la ola;

... y aunque esto era, en el sentido más estricto, basura, no era una basura *completa*. Cualquier respuesta que existiera en algún momento del futuro debía, *inevitablemente*, estar disponible en *potencia* ahora.

Las hormigas se movieron más rápido. La magia relampagueó. Podía decirse que HEX estaba concentrándose.

Entonces, líneas plateadas y relucientes aparecieron en el aire a su

¹⁷ De los cuales había una buena cantidad, dada la construcción poco habitual de HEX. Además de Y, O y sus combinaciones y variantes, HEX podía utilizar TAL VEZ, QUIZÁS, POSIBLEMENTE, SUPUESTO Y PORQUE. HEX podía pensar lo impensable bastante fácilmente. (Nota de los autores)

alrededor, resaltando las torres de conocimiento inimaginable.

Ah. Eso era aceptable.

La computación de Ahora-y-futuro estaba en operación. Por supuesto, siempre lo había estado.

HEX se preguntó cuánto le diría a los hechiceros. Sintió que no sería una buena idea cargarlos con demasiada información.

HEX siempre pensó en sus informes como en Mentir-a-Personas.

Era el segundo día...

El Proyecto había sido empujado suavemente debajo de una cúpula de cristal para prevenir cualquier interferencia. Una variedad de hechizos había sido instalada a su alrededor.

—Entonces, eso es un universo, ¿verdad? —dijo el ArchiCanciller.

—Sí, señor. HEX dice que... —Caviloso dudó. Se tiene que pensar bien antes de tratar de explicarle cosas a Necesitoron Ridículo—... HEX parece sugerir que una completa y total nada es automáticamente un universo esperando suceder.

—¿Quieres decir que la nada se convierte en todo?

—Bueno, sí, señor. Er... de cierto modo, *tiene* que ser así, señor.

—¿Y el Decano removi6 todo y eso lo comenz6?

—Podía no haber sido nada de nada, señor. Incluso un pensamiento extraviado. La nada absoluta es muy inestable. Est6 muy desesperada por ser *algo*.

—Pensé que tenía que haber creadores y dioses —murmur6 el Discutidor Mayor.

—Yo hubiera pensado decididamente de ese modo —dijo Ridículo quien estaba examinando el Proyecto con un omniscopio taumatúrgico—. Ha estado aquí desde anoche y no hay nada que ver excepto elementos, si se les puede llamar así. También estúpidos malditos elementos. La mitad de ellos se hacen pedazos tan pronto como los miras.

—Bueno, ¿qué esperas? —dijo el Profesor en Runas Recientes—. Están hechos con nada, ¿verdad? Incluso un creador realmente malo habría comenzado al menos con Tierra, Aire, Fuego, Agua y Sorpresa.

—Los mundos apropiados est6n fuera de cuesti6n aqu6, tambi6n —dijo Ridículo mirando dentro del omniscopio otra vez—. No hay seÑales de quelonium ni de elefantigen. ¿Qu6 clase de mundos puedes construir sin ellos?

Ridículo se volvi6 hacia Caviloso.

—No mucho de un universo, entonces —dijo—. Debe haber funcionado mal, señor Stibbons. Es un objeto inútil. Para este momento el primer

humano debería estar buscando sus pantalones.

—Tal vez podamos darle una mano —dijo el Discutidor Mayor.

—¿Qué *estás* sugiriendo?

—Bueno, es nuestro universo, ¿verdad?

Caviloso estaba escandalizado.

—¡Nosotros no podemos *poseer* un universo, Discutidor Mayor!

—Es uno muy pequeño.

—Sólo por afuera, señor. HEX dice que por dentro es muchísimo más grande.

—Y el Decano lo removió todo —continuó el Discutidor Mayor.

—¡Eso es cierto! —dijo el Decano—. Eso significa que soy una especie de dios.

—Menear tus dedos por allí y decir ‘oo, eso pica’ no es divinidad —dijo Ridículo severamente.

—Bueno, soy la siguiente mejor cosa —dijo el Decano, reacio a dejar escapar cualquier cosa que lo ubicara socialmente más arriba que el ArchiCanciller.

—Mi abuela siempre decía que el aseo estaba cerca de la divinidad —murmuró el Profesor en Runas Recientes.

—Ah, sí que se parece —dijo Ridículo alegremente—. Tú pareces un portero, Decano.

—Realmente estaba sugiriendo que le demos unos empujoncitos en la dirección correcta —dijo el Discutidor Mayor—. Después de todo, somos eruditos. Y sabemos cómo debería ser un universo correcto, ¿verdad?

—Imagino que tenemos una mejor idea que el dios promedio con cabeza de perro y diecinueve brazos, por cierto —dijo Ridículo—. Pero esto es material de una bastante segunda clase. Quiere girar todo el tiempo. ¿Qué esperas que hagamos, golpear un costado y gritar, ‘Vamos, todo eso, deja de hacer lío con gases estúpidos, que nunca llegarán a nada’?

Se pusieron de acuerdo y eligieron una pequeña área de experimentación. Eran, después de todo, hechiceros. Eso significaba que si veían algo le daban un empujoncito. Si se bamboleaba, lo empujaban más. Si se construía una guillotina, y se ponía un aviso que dijera, ‘No Coloque Su Cuello Sobre Este Bloque’, varios hechiceros dejarían de comprar sombreros.

Mover la materia era simple. Como dijo Caviloso, casi se movía bajo la presión del pensamiento.

Y hacerla girar como un disco era fácil. A la nueva materia le gustaba girar. Pero también era demasiado sociable.

—¿Ves? —dijo Ridículo cerca de media mañana—. Parece que le

encuentras la idea, y entonces terminas con una pelota de basura.

—Una que se pone caliente en el medio, ¿lo notaste? —dijo Caviloso.

—Turbación, probablemente —dijo el ArchiCanciller—. Hemos perdido la mitad de los elementos desde las once. No hay más cohenium, el explodium se terminó hace diez minutos, y estoy comenzando a sospechar que el detonium se está cayendo a pedazos. El temporarium no durará mucho más.

—¿Nada de Runium? —dijo el Profesor en Runas Recientes.

HEX escribió: +++ El Runium Puede Existir O No. Había Un Solo Átomo Hace Diez Minutos, Al Que No Me Parece Pueda Encontrar Nunca Más +++

—¿Cómo estamos de Wranglium?¹⁸ —dijo el Discutidor Mayor con esperanza.

—Explotó después del desayuno, de acuerdo con HEX. Lo siento —dijo Ridículo—. No se puede construir un mundo de humo y espejos. Maldición... allá se va el Bursarium también. Quiero decir, sé que el hierro se oxida, pero *estos* elementos colapsan como pasatiempo.

—Mi hipótesis, para lo que pueda servir —dijo el Profesor en Runas Recientes—, es que ya que fue comenzado por el Decano, una cierta tendencia Decanal puede haber sido comunicada a los subsiguientes... er... desarrollos.

—¿Qué? ¿Quieres decir que tenemos un enorme universo ventoso con tendencia al malhumor?

—Gracias, ArchiCanciller —dijo el Decano.

—Me estaba refiriendo a la predilección de la materia por... er... acumular... er... formas esféricas.

—Como el Decano, quieres decir —dijo el ArchiCanciller.

—Puedo ver que me encuentro aquí entre amigos —dijo el Decano.

Se escuchó un suave gemido desde los aparatos que habían sido acumulados alrededor del Proyecto.

—Eso debe ser el etherium desvaneciéndose —dijo Ridículo tristemente—. Sabía que sería el siguiente en partir.

—Realmente... no —dijo Caviloso Stibbons espiando dentro del Proyecto—. Er... algo se ha prendido fuego.

Aparecían puntos de luz.

—*Sabía* que algo como eso sucedería —dijo el ArchiCanciller—. Todos esos discos se están calentando, como malditas pilas de abono.

—O soles —dijo Caviloso.

¹⁸ Wranglium: palabra inexistente en el idioma inglés, pero deja traslucir que su descubridor ha sido Senior Wrangler, o sea Discutidor Mayor. Esto también vale para el Runium, con referencia al Profesor en Runas Recientes, el cohenium... y un poco más adelante para el Bursarium, con referencia a Bursar, o sea el Tesorero. (Nota del traductor)

—No seas tonto, Stibbons, que son demasiado grandes para eso. Odiaría ver uno de *esos* flotando por encima de las nubes —dijo el Profesor en Runas Recientes.

—Dije que había demasiado gas —prosiguió el ArchiCanciller—. Entonces, lo absorbe.

—Me pregunto —dijo el Discutidor Mayor.

—¿Qué? —dijo el Decano.

—Bueno, al menos tenemos algo de calor allí dentro... y no hay nada como un buen horno para mejorar la materia.

—Buen punto —dijo Ridículo—. Mira el bronce... lo puedes conseguir de casi cualquier cosa. Y podemos fundir algo de la basura. Está bien, muchachos, ayúdenme a arrojar más basura en él...

Alrededor de la hora del té, el primero de los hornos explotó, como sucedía todos los días en el Gremio de Alquimistas.

—Los dioses —dijo Ridículo mirando las formas en el omniscopio.

—¿Yo? —dijo el Decano.

—¡Hemos hecho nuevos elementos!

—¡No lo digas, no lo digas! —susurró el Discutidor Mayor.

—Hay hierro... sílice... tenemos rocas, incluso...

—Estaremos en serios problemas si los alquimistas lo averiguan —dijo el Profesor en Runas Recientes—. Ya saben que se supone que nosotros no hacemos esas cosas.

—Este es un universo diferente —dijo Ridículo. Suspiró— *Tienes* que hacer explotar cosas para que algo sea útil.

—Veo que aún hay grandes cantidades de *politicium*, entonces —dijo el Discutidor Mayor.

—Quise *decir* que esta es una realidad sin dios, caballeros.

—Excúsame —comenzó el Decano.

—No me vería tan satisfecho si fuera tú, Decano —dijo Ridículo—. Mira el lugar. Todo quiere girar, y tarde o temprano tendrás bolas.

—Y estamos consiguiendo la misma clase de cosas que tenemos aquí, ¿no es extraño? —dijo el Discutidor Mayor mientras la señora Whitlow, la ama de llaves, entraba con el carrito del té.

—No veo por qué —dijo el Decano—. El hierro es hierro.

—Bueno, es todo un nuevo universo, de modo que se esperan cosas nuevas, ¿verdad? Metales como *Noggo*, tal vez, o *Plinc*.

—¿Cuál es tu punto, Discutidor Mayor?

—Quiero decir, mira la cosa ahora... todas esas bolas ardientes que explotan se ven un poco como estrellas, ¿verdad? Quiero decir que son

vagamente *conocidas*. ¿Por qué no es un universo lleno de tapioca, por decir, o de sillas muy grandes? Quiero decir, si la *nada* quiere ser *algo*, ¿por qué no puede ser *cualquier cosa*?

Los hechiceros revolvieron el té y pensaron acerca de esto.

—Porque —dijo el ArchiCanciller después de un rato.

—Esa es una *buena* respuesta, señor —dijo Caviloso, tan diplomáticamente como pudo—, pero casi que cierra la puerta a preguntas posteriores.

—Entonces tenemos la mejor clase de respuesta.

El Discutidor Mayor vio que la señora Whitlow sacaba un limpiador y limpiaba el Proyecto por arriba.

—‘Así en el Cielo como en la Tierra’ —dijo Ridículo, lentamente.

—¿Perdona? —dijo el Discutidor Mayor.

—Estamos olvidando la magia de nuestro jardín de infantes, ¿verdad? Casi que no es magia, es una... regla básica para *todo*. El proyecto no puede evitar ser afectado por este mundo. Las pilas de arena tratan de parecerse a las montañas. Los hombres tratan de actuar como dioses. Las cosas pequeñas frecuentemente aparentan verse como cosas grandes achicadas. Nuestro nuevo universo, caballeros, hará lo posible por verse como el nuestro. No debería sorprendernos ver cosas que nos parecen obsesivamente conocidas. Pero, obviamente, no tan buenas.

El ojo interior de HEX vio una vasta nube de mente. HEX no podía pensar en una palabra mejor. Técnicamente, aún no existía pero HEX podía sentir la forma. Tenía pizcas de varias cosas... tradición, bibliotecas, rumores...

Tenía que *haber* una palabra mejor. HEX volvió a intentar.

En Mundodisco, las palabras tenían un verdadero poder. Tenían que ser pronunciadas con cuidado.

Lo que estaba adelante tenía la forma de inteligencia, pero solamente de la manera en que un sol tenía la forma de algo que vive su alegre vida en un charco de agua.

Ah... la inteligencia vendría bien en este momento.

HEX decidió dedicar parte de su tiempo a investigar esta cosa interesante. Quería averiguar cómo se había desarrollado... y particularmente por qué una pequeña, y molesta, parte de ella parecía creer que si cualquiera enviaba cinco dólares a los seis nombres a la cabeza de una lista, todos se podían hacer inmensamente ricos.

OCHO

SOMOS POLVO DE ESTRELLAS

(o al menos fuimos a Woodstock)

EL HIERRO ES HIERRO. ¿PERO LO ES? ¿O está hecho de otras cosas?

De acuerdo con Empedocles, un antiguo griego, todo en el universo es la combinación de cuatro ingredientes: tierra, aire, fuego y agua. Si pones fuego a una varilla se quema (mostrando que contiene fuego), sale humo (mostrando que contiene aire), exuda líquidos burbujeantes (mostrando que contiene agua), y deja un sucio montón de cenizas (mostrando que contiene tierra). Como teoría, era un poco demasiado ingenua para sobrevivir por mucho tiempo -un par de miles de años como mucho. Las cosas se movían más lentamente en esos días, y Europa, al menos, estaba más interesada en asegurarse de que los palurdos no se subieran a su posición social y en copiar trozos de la Biblia a mano de la manera más trabajada y colorida posible.

La principal invención tecnológica salida de la Edad Media fue un mejor collar de caballos.

La teoría de Empedocles era un avance notable sobre las precedentes. Thales, Heraclito y Anaximenes, todos, estaban de acuerdo en que todo estaba hecho de un 'principio' básico, o elemento -pero estaban en completo desacuerdo en cuál era. Thales consideraba que era el agua, Heráclito prefería el fuego, Anaximenes estaba ansioso por probar que era el aire. Empedocles fue un sintetizador desabrido que pensó que todos tenían un punto de vista válido: si estuviera aún vivo, usaría una mala corbata, definitivamente.

La buena idea que emergió de todo esto era que los constituyentes 'elementales' de la materia debían ser caracterizados por propiedades simples y confiables. La tierra era sucia, el aire era invisible, el fuego quemaba, y el agua estaba mojada.

Dejando a un lado el collar de caballos mejorado, el periodo medieval actuó como campo de cultivo para lo que eventualmente se convirtió en química. Por siglos, la ciencia naciente conocida como alquimia había florecido; las personas habían descubierto que algunas cosas extrañas

sucedían cuando se mezclaban sustancias y se las calentaba, o cuando se las disolvía en agua y se esperaba. Se podían obtener olores graciosos, burbujas, estallidos, y líquidos que cambiaban de color. Sin importar de qué estaba hecho el universo, se podía convertir algo de él en algo más si se conocía el truco correcto. Tal vez la mejor palabra sea 'hechizo', ya que la alquimia era parecida a la magia -montones de recetas y rituales, muchos de los cuales realmente funcionaban, pero sin teoría acerca de cómo encajaba todo. Los grandes logros de la alquimia fueron los hechizos -recetas- para cosas como el Elixir de la Vida, que podía hacer vivir para siempre, y Cómo Convertir Plomo En Oro, que conseguiría montones de dinero para financiar el estilo de vida inmortal. Hacia el final de la Edad Media, los alquimistas habían estado haciendo ruido por tanto tiempo que llegaron a ser buenos en eso, y comenzaron a notar que las cosas no se ajustaban a la teoría griega de cuatro elementos. Entonces introdujeron algunas adicionales, como sal y azufre, porque estas sustancias también tenían propiedades simples y confiables, diferentes de ser sucio, invisible, ardiente o mojado. El azufre, por ejemplo, era combustible (aunque no realmente *caliente*, se entiende) y la sal era incombustible.

En 1661, Robert Boyle había descubierto dos importantes diferencias, y las puso en su libro *The Sceptical Chymist*. La primera diferencia era entre un compuesto químico y una mezcla. Una mezcla es sólo cosas diferentes, bueno, mezcladas. Un compuesto es todo lo mismo, *pero* lo que sea que fuera esa cosa, no puede ser convencida de separarse en componentes que son otra clase de cosas -siempre que hayan sido calentadas, se le haya vertido ácido, o algún otro tratamiento efectivo. Lo que no se puede hacer es revisar y encontrar un trozo diferente; en una mezcla se puede, aunque se necesitará muy buena vista y dedos diminutos. La segunda diferencia era entre componentes y elementos. Un elemento es realmente una cosa de una sola clase: no se puede separar en componentes diferentes.

El azufre es un elemento. La sal, como sabemos ahora, es un compuesto hecho por la combinación (no solamente la mezcla) de dos elementos, el sodio (un metal blando inflamable), y el cloro (un gas tóxico). El agua es un compuesto hecho de hidrógeno y oxígeno (ambos gases). El aire es una mezcla, que contiene varios gases como oxígeno (un elemento), nitrógeno (también un elemento), y di-óxido de carbono (una combinación de carbono y oxígeno). La tierra es una mezcla muy complicada y la mezcla varía de lugar en lugar. El fuego no es una sustancia para nada, sino un proceso que involucra gases calientes.

Tomó un tiempo clasificar todo esto, pero por 1789 Antoine Lavoisier lo

había hecho con 33 elementos que era una selección razonable de los que aún hoy utilizamos. Cometió algunos errores comprensibles, e incluyó luz y calor como elementos, pero su enfoque fue sistemático y cuidadoso. Hoy conocemos 112 elementos diferentes. Algunos de ellos están producidos artificialmente, y varios existieron en la Tierra por la diminuta fracción de un segundo, pero la mayoría de los elementos de la lista puede ser escarbada, extraída del mar, o separada del aire que nos rodea. Y aparte de unos pocos elementos más producidos artificialmente que puede ser posible hacer en el futuro, la lista de hoy está *completa*, casi seguramente.

Nos tomó otro poco de tiempo llegar tan lejos. El arte de la alquimia cedió el paso a la ciencia de la química. Gradualmente, la lista de elementos aceptados creció; ocasionalmente se achicaba cuando las personas se daban cuenta que el elemento previo, supuestamente elemento, era realmente un compuesto, como la cal de Lavoisier, que ahora sabemos que está hecha de calcio y oxígeno. Lo único que no cambió era la única cosa en que los griegos tenían razón: cada elemento era un individuo único con sus propiedades características. Densidad; si era sólido, líquido o gaseoso a temperatura ambiente y a presión atmosférica normal; punto de fusión si era sólido -para cada elemento, estas cantidades tienen valores definidas e invariables. Es lo mismo en Mundodisco, con sus elementos raros, para nuestros ojos, como el quelonium (para hacer tortugas que soportan mundos), elefantigen (ídem para elefantes), y narrativium -un 'elemento' enormemente importante no sólo para Mundodisco, sino para conocer nuestro propio mundo también. El rasgo característico de narrativium es que hace que las *historias* caminen juntas. La mente humana ama una buena dosis de narrativium.

En este universo comenzamos a comprender por qué los elementos eran individuos únicos y qué los distinguía de los compuestos. Otra vez el brillo de la idea correcta regresa hasta los griegos, con la sugerencia de Democrito de que toda materia está hecha con diminutas partículas indivisibles, a las que llamó *atoms* (palabra griega para indivisible). Realmente no está claro para nadie, ni aún para Democrito, que se creyera en esto en tiempos de los griegos -puede haber sido solamente un punto de debate. Boyle revivió la idea, sugiriendo que cada elemento corresponde a una única clase de átomo, mientras que los compuestos son combinaciones de diferentes clases de átomos. De ese modo, el elemento oxígeno está hecho de átomos de oxígeno y nada más, el elemento hidrógeno está hecho de átomos de hidrógeno y nada más, pero el compuesto agua no está hecho de átomos de agua y nada más, está hecho de átomos de hidrógeno y de

átomos de oxígeno.

Uno de los pasos más importantes en el desarrollo de la química y de la física tuvo lugar alrededor del 1807. El inglés John Dalton encontró el modo de poner una escala para ordenar los diferentes átomos de los elementos, y para transferir algo de ese orden a los compuestos también. Sus predecesores habían notado que cuando los elementos se combinaban para formar compuestos, lo hacían en proporciones simples y características. Tanta cantidad de oxígeno más tanta de hidrógeno hacen tanta agua, y las proporciones por peso de oxígeno e hidrógeno son siempre las mismas. Además, esas proporciones encajaban muy bien si se observaban otros compuestos donde hubiera hidrógeno y otros compuestos donde el oxígeno estuviera presente.

Dalton se dio cuenta de que todo esto tendría perfecto sentido si cada átomo de hidrógeno tuviera un peso fijo, cada átomo de oxígeno tuviera un peso fijo, y que el peso del oxígeno fuera 16 veces el del hidrógeno. La evidencia para esta teoría tenía que ser indirecta, porque un átomo es demasiado diminuto para poder ser pesado, pero era extensiva y persuasiva. De modo que la teoría del 'peso atómico' entró en escena y permitió que los químicos hicieran la lista de los elementos en orden del peso atómico.

Esa lista comienza así (entre paréntesis está el peso atómico actual): Hidrógeno (1.00794), Helio (4.00260), Litio (6.941), Berilio (9.01218), Boro (10.82), Carbono (12.011), Nitrógeno (14.0067), Oxígeno (15.9994), Flúor (18.998403), Neón (20.179), Sodio (22.98977). El rasgo llamativo es que el peso atómico siempre está muy cerca de un número entero, siendo excepción el Cloro con 35.453. Un poco desconcertante, pero era un buen comienzo porque ahora las personas podían buscar otros patrones y relacionarlos con el peso atómico. De todos modos, buscar patrones probó ser más fácil que encontrarlos. La lista de elementos estaba no estructurada, con propiedades casi al azar. Mercurio, el único elemento que se sabía líquido a temperatura ambiente, era un metal. (Más tarde se agregó un elemento líquido más, el bromo). Había montones de otros metales como el hierro, cobre, plata, oro, zinc, estaño, cada uno sólido, y bastante diferentes unos de otros; azufre y carbono eran sólidos pero no metálicos; unos pocos elementos eran gaseosos. La lista de elementos parecía tan carente de estructura que cuando unos pocos inconformistas -Johann Dobereiner, Alexandre-Emile Beguyer de Chancourtois, John Newlands- sugirieron que podía haber alguna clase de orden levemente visible entre el desorden y el caos, fueron abucheados.

El crédito de haber llegado a un esquema que era básicamente *correcto* lo ganó Dimitri Mendeleiev, quien terminó la primera de una larga serie de 'tablas periódicas' de elementos en 1869. La tabla incluía 63 elementos conocidos ubicados en orden a su peso atómico. Dejó espacios donde elementos no descubiertos debían ser insertados. Era 'periódica' en el sentido de que las propiedades de los elementos comenzaban a repetirse después de un cierto número de pasos -el más común era ocho.

De acuerdo con Mendeleiev, los elementos caen en familias, cuyos miembros están separados por los períodos mencionados con anterioridad, y en cada familia hay parecidos sistemáticos de propiedades físicas y químicas. Esas propiedades varían tan sistemáticamente que mientras uno se desplaza por la familia se pueden ver claros patrones numéricos y progresiones, aunque no exactamente iguales. El esquema funciona mejor, de todos modos, si se asume que unos pocos elementos de la lista conocida están faltando, y se rellenan los saltos. Como un adicional, se puede hacer uso de las semejanzas familiares para *predecir* las propiedades de los elementos faltantes antes de que nadie los halle. Si esas predicciones resultan ser correctas cuando se hallan los elementos faltantes, ¡bingo! El esquema de Mendeleiev es modificado ligeramente de vez en cuando, pero su estructura general sobrevive: hoy la llamamos Tabla Periódica de Elementos.

Ahora sabemos que hay una buena razón para la estructura periódica que descubrió Mendeleiev. Deviene del hecho de que los átomos no son tan indivisibles como Democrito y Boyle pensaban. La verdad, no pueden ser divididos *químicamente* -no se puede separar un átomo en trozos componentes con química de tubo de ensayo- pero se puede 'abrir el átomo' con aparatos que se basan en la física más que en la química. Las 'reacciones nucleares' involucradas requieren niveles de energía mucho mayores -por átomo- que la que es necesaria para reacciones químicas, y es la razón por la que los alquimistas de antaño no pudieron convertir el plomo en oro. Hoy, esto podría ser hecho -pero el costo del equipo sería enorme, y la cantidad de oro producido sería extremadamente pequeña, de modo que los científicos serían más como los propios alquimistas de Mundodisco, quienes solamente encontraron la manera de convertir oro en menos oro.

Gracias a los esfuerzos de los físicos, ahora sabemos que los átomos están hechos por otras partículas pequeñas. Por un tiempo se pensó que había solamente tres clases de partículas: neutrones, protones y electrones. El neutrón y el protón tienen casi la misma masa, mientras que el electrón es diminuto en comparación; el neutrón no tiene carga eléctrica, el protón

tiene carga positiva y el electrón carga negativa exactamente opuesta a la del protón. Los átomos no tienen en conjunto carga, de modo que la cantidad de protones y electrones es igual. No hay restricción en la cantidad de protones. Para una buena aproximación, se obtiene el peso atómico de un elemento sumando la cantidad de protones y neutrones -por ejemplo, el oxígeno tiene ocho de cada uno, y $8+8$ es 16, el peso atómico.

Para los estándares humanos, el átomo es increíblemente pequeño - alrededor de cienmilésimas de pulgada (250 millonésimas de centímetro) para un átomo de plomo. Sus partículas constituyentes, está claro, son considerablemente menores. Al separar átomos de otros átomos los físicos encontraron que se comportaban como si los protones y los neutrones ocuparan una diminuta región en el medio -el núcleo- pero que los electrones estaban dispersos fuera del núcleo por lo que es, comparativamente hablando, una región mucho más vasta. Por un tiempo, el átomo fue dibujado como si fuera un sistema solar diminuto, con el núcleo jugando el rol del sol y los electrones orbitándolo como planetas. De todos modos, este modelo no trabaja muy bien -por ejemplo, un electrón es una carga móvil, y de acuerdo con la física clásica una carga móvil emite radiación, de modo que el modelo predecía que dentro del tiempo de un segundo cada electrón del átomo radiaría hacia afuera toda su energía y caería en espiral dentro del núcleo. Con la clase de física desarrollada desde los descubrimientos épicos de Isaac Newton, los átomos construidos como sistemas solares no funcionan. Sin embargo, éste es el mito público, el mentir-a-niños que salta a la mente automáticamente. Está dotado de tanto narrativium que no lo podemos erradicar.

Después de montones de discusiones, los físicos que trabajaban con materia en escalas muy pequeñas decidieron colgar el modelo de sistema solar y arrojar la física de Newton, reemplazándolo con la teoría del quantum. Irónicamente, el modelo de átomo como sistema solar ya no funcionaba muy bien, pero sobrevivió el tiempo suficiente para ayudar a desenterrar la teoría del quantum. De acuerdo con la teoría del quantum los protones, neutrones y electrones que forman un átomo no tienen ubicaciones precisas para nada -están como dispersos. Pero se puede decir *cuán* dispersos están, y los neutrones y protones están dispersos en una diminuta región en el medio del átomo, mientras que los electrones están dispersos todo alrededor.

Cualquiera que sea el modelo físico, todos estuvieron de acuerdo en que las propiedades químicas de un átomo dependían principalmente de sus electrones, porque los electrones estaban afuera, de modo que los átomos

se podían unir compartiendo electrones. Cuando se pegan, forman moléculas, y eso es química. Ya que después de todo un átomo es eléctricamente neutral, la cantidad de electrones debe ser igual que la cantidad de protones, y es el 'número atómico', no el peso atómico que organiza las periodicidades encontradas por Mendeleiev. De todos modos, el peso atómico es habitualmente el doble que el número atómico, porque la cantidad de neutrones en un átomo está muy cerca de la cantidad de protones por razones cuánticas, de modo que se obtiene el mismo ordenamiento cualquiera sea la cantidad que se use. Sin embargo, es el número atómico lo que tiene mayor sentido en química y explica la periodicidad. Resulta que el periodo ocho es aún importante, porque los electrones viven en una serie de cajas, como muñecas rusas, una dentro de otra, y hasta que se sube algo la lista de elementos, una caja completa contiene ocho electrones.

Posteriormente, las cajas se hacen más grandes, de modo que el periodo es también más grande. Al menos esto es lo que Joseph (J.J.) Thompson dijo en 1904. La teoría moderna es el quantum y mucho más complicada, con muchas más que tres partículas fundamentales, y los cálculos son más pesados, pero tienen las mismas implicancias. Como la mayoría de la ciencia, una historia inicialmente simple se volvía más complicada para la mayoría de las personas a medida que era desarrollada y se dirigía rápidamente hacia el Horizonte de Eventos Mágicos.

Pero aún la historia simplificada explica un montón de cosas desconcertantes. Por ejemplo, si el peso del átomo es la cantidad de protones más la de neutrones, ¿cómo es que el peso atómico no es siempre un número entero? ¿Qué pasa con el cloro cuyo peso atómico es de 35.453? Se deduce que hay dos clases de cloro. Una clase tiene 17 protones y 18 neutrones (y 17 electrones, naturalmente, lo mismo que protones), con un peso atómico de 35. La otra clase tiene 17 protones y 20 neutrones (y 17 electrones, otra vez) -dos neutrones adicionales, que levanta el peso atómico a 37. Lo que naturalmente sucede es que el cloro es una mezcla de estos dos 'isótopos', como se denominan -las proporciones son más o menos de 3 a 1. Los dos isótopos son (casi) indistinguibles químicamente, porque tienen el mismo número y arreglo de electrones, que es lo que hace funcionar la química; pero tienen física atómica diferente.

Es fácil para los no-físicos ver por qué los hechiceros de la UU consideraban que este universo estaba hecho en un apuro con componentes de inferior calidad...

¿De dónde vinieron esos 112 elementos? ¿Estaban por allí, o se pusieron todos juntos a medida que el universo se desarrollaba?

En nuestro universo, parece haber cinco maneras diferentes de hacer elementos.

- Comenzar un universo con un Big Bang, obteniendo un mar altamente energético ('caliente') de partículas fundamentales. Esperar a que se enfríe (o utilizar uno que se haya preparado antes...). Con la materia ordinaria se obtendrá un montón de objetos exóticos como diminutos agujeros negros, y monopolios magnéticos, pero desaparecerán rápidamente y solamente quedará la materia convencional -mayormente. En un universo muy caliente las fuerzas electromagnéticas son demasiado débiles para resistir la interrupción, pero una vez que se ha enfriado lo suficiente, las partículas fundamentales se pueden pegar como resultado de la atracción electromagnética. El único elemento que aparece directamente en su estado natural es el hidrógeno -un electrón unido a un protón. Sin embargo se pueden obtener espantosas cantidades de él: en nuestro universo es por lejos el elemento más común, y casi todo surgió del Big Bang. Los protones y neutrones también se pueden asociar para formar el deuterio (un electrón, un protón, dos neutrones), pero el tritio es radioactivo, lo que significa que suelta neutrones y declina en hidrógeno de nuevo. Un producto mucho más estable es el helio (dos electrones, dos protones, dos neutrones), y el helio es el segundo elemento más abundante en el universo.

- Permitir que la gravedad comience su acto. Ahora el hidrógeno y el helio se unen para formar estrellas -los 'hornos' de los hechiceros. Al centro de las estrellas la presión es extremadamente alta. Esto provoca nuevas reacciones nucleares y se tiene fusión nuclear, en la cual los átomos se aplastan unos contra otros de tal forma que surgen como un átomo nuevo y más grande. De esta manera algunos otros elementos de la familia fueron formados, desde el carbono, nitrógeno, oxígeno, hasta los menos conocidos litio, berilio, y así hasta el hierro. Varios de estos elementos aparecen en criaturas vivas, siendo el más importante el carbono. Con una estructura de único electrón, el carbono es el único átomo que se puede combinar consigo mismo para formar moléculas enormes y complejas, sin las cuales nuestra clase de vida sería imposible.¹⁹ De todos modos, la cuestión es que la

¹⁹ La sílice podría también ser capaz de hacer esto, pero muy lejos de hacerlo rápido; si se quieren otras formas de vida exóticas se deberá comenzar a pensar en términos de vórtices organizados en los bordes superiores de un sol, extrañas disposiciones del quantum en el plasma interestelar, o criaturas completamente imposibles basadas en un concepto no-material como información, pensamiento, o

mayoría de los átomos de los que estamos hechos deben haber comenzado a existir dentro de una estrella. Como Joni Mitchell cantó en Woodstock:²⁰ 'Somos polvo de estrellas'. Los científicos adoran citar esta línea porque suena como si hubieran sido jóvenes alguna vez.

- Esperar a que algunas de las estrellas exploten. Hay explosiones pequeñas (comparativamente) llamadas novas, que significa 'nueva' (nueva estrella), y algunas más violentas -supernovas. (Lo que es 'nuevo' es que no podemos *ver* la estrella hasta que explota, y entonces sí podemos). No es que el combustible nuclear se acabe: el hidrógeno y el helio que son fundidos por el combustible estelar en elementos más pesados, los que en efecto traen impurezas que perturban la reacción nuclear. La polución es un problema aún en el corazón de una estrella. La física de estos soles tempranos cambia, y algunos de los más grandes explotan, generando elementos más altos como iodo, torio, plomo, uranio y radio. Estas estrellas son denominadas 'Población II' por los astrofísicos -son estrellas viejas, con pocos elementos pesados, pero sin carecerlos completamente.

- Hay dos clases de supernovas, y el otro tipo crea elementos pesados en abundancia, orientándose hacia estrellas 'Población I', que son mucho más jóvenes que Población II.²¹ Porque varios de estos elementos son átomos inestables, varios otros elementos son formados por su declinación radioactiva. Estos elementos 'de segunda mano' incluyen el plomo.

- Por último, los seres humanos han hecho algunos elementos por arreglos especiales en reactores atómicos -el más conocido es el plutonio, un producto de reactores convencionales de uranio, y materia prima para armas nucleares. Algunos, demasiado erráticos y con vida muy corta, han sido hechos en aceleradores atómicos experimentales: sin ir más lejos tenemos el elemento 112. Los físicos siempre pelean por quién lo obtuvo primero y quién, en consecuencia, tiene el derecho de proponer el nombre de modo que en un momento dado los elementos pesados parecen haber recibido

narrativium. El ADN es un asunto enteramente diferente: se pueden basar formas de vida en otras moléculas de carbono enriquecido. Podemos hacerlo ahora, en laboratorio, con variantes menores del ADN. (Nota de los autores)

²⁰ Le preguntas a mamá o a papá si no tienes idea de qué estamos hablando. (Nota de los autores)

²¹ También *debería* haber estrellas 'Population III', más viejas que las Population II y formadas enteramente con hidrógeno y helio. Esto explicaría la ocurrencia de *algunos* elementos pesados en Population II. De todos modos, nadie ha encontrado nunca una estrella Population III. Esto puede ser porque tengan vida corta. O, una teoría más reciente: apenas después del Big Bang había elementos pesados por allí, aún antes de que se formara cualquier estrella pequeña. De modo que cuando las primeras estrellas se condensaron, ya eran Population II. Esto contradice lo que decimos en el texto principal -mentir-a-niños, por supuesto. (Nota de los autores)

nombres temporales (y ridículos) como 'ununillio' para el elemento 110 - perro latino para '1-1-0-io'

¿Cuál es el interés en hacer elementos de tan corta vida como estos? No se los puede *utilizar* para nada. Bueno, como las montañas, están allí; además, siempre ayuda probar nuestras teorías en casos extremos. Pero la mejor razón es que pueden ser pasos hacia algo mucho más interesante, suponiendo que realmente exista. Hablando de manera general, una vez que se ha pasado el polonio de número atómico 84 todo es radioactivo -suelta partículas por propia voluntad y declina en algo más- y cuanto más grande es el número atómico, más rápido declina. De todos modos, esta tendencia puede no continuar indefinidamente. No podemos modelar átomos pesados exactamente -de hecho, ni siquiera podemos modelar exactamente átomos livianos, pero cuanto más pesados son, peor quedan.

Varios modelos empíricos (aproximaciones inteligentes basadas en intuición, conjeturas, y haciendo trampas a las constantes ajustables) han llegado a una sorprendentemente precisa fórmula de cuán estable debería ser un elemento cuando tiene un determinado número de protones y un determinado número de neutrones. Para ciertos 'número mágicos' -la terminología de Mundoglobo que sugiere que la física involucrada ha embebido algo del espíritu de Mundodisco y se da cuenta que la fórmula está más cerca de un hechizo que de una teoría- los átomos correspondientes son excepcionalmente estables. Los números mágicos para protones son 2, 8, 20, 28, 50, 82, 114 y 164; para los neutrones son 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126, 184, 196, y 318. por ejemplo el elemento más estable es el plomo, con 82 protones y 126 neutrones.

Solamente a dos pasos más allá del increíblemente inestable elemento 112 está el elemento 114, tentativamente denominado eka-plomo. Con 114 protones y 184 neutrones es doblemente mágico y por lo tanto *parece* ser mucho más estable que la mayoría de los elementos de su vecindad. La incertidumbre surge de preocupaciones acerca de las aproximaciones en la fórmula de estabilidad, la que puede no funcionar para números tan grandes. Todo hechicero está consciente de que los hechizos pueden frecuentemente salir mal. Suponiendo que el hechizo funciona, podemos jugar a Mendeleiev y predecir las propiedades de eka-plomo extrapolando las de la serie 'plomo' en la tabla periódica (carbono, sílice, germanio, estaño, plomo). Como el nombre sugiere, eka-plomo parece parecerse al plomo -se espera que sea un metal con punto de fusión en 70°C y punto de ebullición en 150°C a la presión atmosférica. La densidad debería ser un 25% mayor que la del plomo.

Aún más allá está el doblemente mágico elemento 164, con 164 protones y 318 neutrones, y más allá, los números mágicos pueden continuar... Es siempre peligroso extrapolar, pero aún si la fórmula está mal, podría haber ciertas configuraciones especiales de protones y neutrones que son lo suficientemente estables para los elementos correspondientes como para andar por allí en el universo real. Tal vez desde allí vienen el elefantigen y el quelonium. Posiblemente Noggo y Plinc esperan nuestra atención. Tal vez hay elementos estables con números atómicos enormes - algunos podrían tener el tamaño de una estrella. Consideremos, por ejemplo, una estrella de neutrones, una que está hecha enteramente de neutrones, que se forma cuando una mayor colapsa dentro de su propia atracción gravitacional. Las estrellas de neutrones son increíblemente densas: cerca de cuarenta trillones de libras por pulgada cuadrada (100 billones kg/cm^2), veinte millones de elefantes en una cáscara de nuez. Tienen una gravedad superficial de *siete millones de veces* la de la Tierra, y un campo magnético de un trillón de veces el de la Tierra. Las partículas en una estrella de neutrones están tan próximas que el efecto es el de un gran átomo.

Aunque parezcan raros, algunos de estos elementos súper pesados pueden estar escondidos en rincones no habituales de nuestro universo. En 1968 se sugirió que los elementos 105-110 podían ser observados en rayos cósmicos -partículas altamente energéticas que llegan desde el espacio exterior- pero estos informes no fueron confirmados. Se piensa que los rayos cósmicos se originan en estrellas de neutrones, de modo que puede ser que en las asombrosas condiciones encontradas allí se formen los elementos súper pesados. ¿Qué pasaría si las estrellas Población I cambian por acumulación de elementos estables súper pesados?

Porque los números de población estelar va de III, a II, a I a medida que el tiempo pasa -una convención que los astrofísicos pueden no tener razón de lamentar- debemos denominar estas estrellas hipotéticas como 'Población 0'. De todos modos, el universo futuro puede fácilmente contener objetos estelares bastante diferentes de cualquier cosa que conocemos hoy, y así como novas y supernovas, podemos ser testigos de aún mayores explosiones energéticas -hipernovas. Podría haber incluso estados más allá - Población *menos* I y así. Como hemos dicho, nuestro universo frecuentemente parece hacer sus propias reglas mientras camina, muy distinto que el universo racional y estable de Mundodisco.

NUEVE

¡COME NAFTA CALIENTE, PERRO MALDITO!

LAS ROCAS CAYERON SUAVEMENTE JUNTAS OTRA VEZ, y para molestia del ArchiCanciller se movieron en líneas curvas mientras lo hacían.

—Bueno, creo que hemos probado que una tortuga gigante hecha de piedra no va a funcionar —dijo suspirando el Discutidor Mayor.

—Por la décima vez —suspiró el Profesor en Runas Recientes.

—Te *dije* que necesitaríamos quelonium —dijo el ArchiCanciller Ridículo.

Los primeros intentos giraron suavemente un poco más lejos. Pequeñas bolas, grandes bolas... Algunas de ellas tenían incluso una capa de gases escurriéndose de las irregulares acumulaciones de hielo y roca. Era como si el nuevo universo tuviera una idea básica de lo que debía ser, pero que no podía conseguirlo.

—Después de todo —señaló el ArchiCanciller—, una vez que las personas tienen algo en qué pararse necesitan algo que respirar, ¿verdad?

Las atmósferas parecían aparecer a una señal. Pero eran terribles, llenas de cosas que ni siquiera un troll aspiraría.

—En ausencia de dioses —declaró—, y que una serie de pruebas simples no haya encontrado huellas de deidágeno... es cosa de los hombres hacerse cargo.

El edificio de MAE estaba atestado ahora. Aún los estudiantes de hechicero estaban tomando interés, y habitualmente ellos no eran vistos durante el día. El Proyecto prometía ofrecer mayores atracciones que quedarse toda la noche despiertos jugando con HEX y comiendo arenques con pizza de banana.

Más escritorios habían sido traídos. El Proyecto estaba en un círculo cada vez más amplio de instrumentos y dispositivos, porque aparentemente cada hechicero, aparte posiblemente del Profesor Eldritch Acordonador, había decidido que estaba trabajando en algo que se beneficiaría inmensamente con el acceso al Proyecto. Había ciertamente lugar. Mientras el Proyecto era de un pie de ancho, el espacio dentro parecía estar haciéndose más grande a cada segundo. Un universo ofrece montones de espacio, después de todo.

Y mientras los laicos ignorantes objetaban que los experimentos

mágicos era peligrosos, habiendo menos de una oportunidad en cinco de hacer una brecha importante en la trama de la realidad, no había allí nadie que objetara *nada*.

Había, por supuesto, accidentes...

—¡Pueden parar de gritar! —aulló el Discutidor Mayor. Dos estudiantes hechiceros estaban discutiendo vehementemente, o al menos estableciendo su opinión repetidamente en voz alta, lo que es suficiente como argumento la mayoría de las veces.

—He pasado siglos reuniendo una pequeña bola helada y *él* le metió dentro esa gran roca miserable, señor.

—¡No estaba intentándolo! —dijo el otro estudiante. El Discutidor Mayor lo miró, tratando de recordar el nombre. Como regla general, evitaba conocer a los estudiantes, ya que sentía que ellos eran una tediosa interrupción al apropiado transcurrir de la vida de colegio.

—¿Qué estabas tratando de hacer, entonces... muchacho? —dijo.

—Er... Estaba tratando de golpear la bola grande de gas, señor. Pero sólo le dio una vuelta alrededor, señor.

El Discutidor Mayor miró a su alrededor. El Decano no estaba presente. Entonces miró dentro del Proyecto.

—Oh, ya veo. Esa. Bastante bonita. Todas esas rayas. ¿Quién la hizo?

Un estudiante levantó la mano.

—Ah, sí... tú —dijo el Discutidor Mayor—. Buenas rayas. Bien hecho. ¿De qué está hecha?

—Solamente apreté un montón de hielo, señor. Pero se puso caliente.

—¿De veras? ¿El hielo se pone caliente en pelotas?

—En una *gran* pelota, señor.

—¿Se lo has dicho al señor Stibbons? Le gusta saber esa clase de cosas.

—Sí, señor.

El Discutidor Mayor se volvió hacia el otro estudiante.

—¿Y por qué estabas lanzando rocas a su gran bola de gas?

—Er... porque usted le pone diez al que le pegue, señor.

El Discutidor Mayor miró a los estudiantes con cara de lechuza. Todo estaba claro ahora. Había estado vagabundeando dentro del MAE una noche cuando no podía dormir, y una pandilla de estudiantes había estado inclinada sobre los teclados de HEX y gritando cosas como, '¡Tengo el garrote de apalear! Hah, come nafta caliente, perro maldito!'. Hacer esa clase de cosas en un universo completamente nuevo le pareció... bueno, mala educación.

Por otro lado, el Discutidor Mayor compartía con algunos de sus colegas

un pensamiento no formal acerca de que empujar los límites del conocimiento no era... bueno, de buena educación. Los límites estaban allí por una razón.

—¿Están queriendo decirme —dijo— que frente a las múltiples posibilidades del infinito que es el Proyecto lo están utilizando para jugar alguna clase de *juego*?

—Er... sí, señor.

—Oh. —El Discutidor Mayor miró de más cerca la gran bola de gas. Una cantidad de pequeñas rocas ya estaba girando lentamente a su alrededor—. Bueno, entonces... ¿puedo hacer un intento?

DIEZ

LA FORMA DE LAS COSAS

CUANDO LOS HECHICEROS ENCUENTRAN UNA COSA NUEVA, JUEGAN CON ELLA. También los científicos. Juegan con ideas tan locas que a menudo parecen desafiar el sentido común -y entonces insisten en que esas ideas son *correctas* y que el sentido común no. A menudo consiguen redactar un buen caso. Einstein dijo una vez algo apestoso acerca de que el sentido común era parecido a la tontería, pero llegó demasiado lejos. La ciencia y el sentido común *están* relacionados, pero indirectamente. La ciencia es algo como el primo tercero del sentido común trasladado dos veces. El sentido común nos dice lo que el universo *parece* a las criaturas de nuestro tamaño, hábitos y disposición en particular. Por ejemplo, el sentido común nos dice que la Tierra es plana. *Parece* plana -dejando de lado las montañas, valles y otros dientes y pozos... Si no fuera plana, las cosas rodarían o se caerían. A pesar de esto, la Tierra *no es* plana. En Mundodisco, por el contrario, la relación entre sentido común y realidad es habitualmente muy directa. El sentido común les dice a los hechiceros de la Universidad Unseen que Mundodisco es plano -como lo es. Para probarlo, pueden ir hasta el Borde, como Rincewind y Dosflores hicieron en *El Color de la Magia*, y mirar todo desapareciendo por encima él en la Cascada: 'El rugido era más fuerte ahora. Un calamar más grande que cualquiera que Rincewind hubiera visto antes rompió la superficie una pocas yardas de él y azotó locamente sus tentáculos antes de hundirse otra vez... Estaban corriendo fuera del mundo.' Entonces pueden quedar atrapados en la Valla, una red de diez mil millas de longitud colocada justo debajo del Borde, una parte diminuta de la cual es patrullada por Thetis, el troll marino. Y pueden mirar por encima del borde: '... la escena debajo de él escurrió en una enorme, nueva y terrorífica perspectiva. Porque allí abajo estaba la cabeza de un elefante tan grande como un continente de razonable tamaño... Debajo del elefante no había nada sino el distante y doloroso disco del sol. Y pasando lentamente más allá, había algo que era para todas sus escalas urbanas, sus poceados de cráteres y sus rocosidades lunares, indudablemente una aleta'.

Es ampliamente imaginable que los antiguos pensaran que la Tierra era plana, por todas esas razones de sentido común. Realmente, la mayor parte

de las civilizaciones antiguas que dejaron registros parecen haber averiguado que la Tierra tenía que ser redonda. Los barcos regresaban de tierras invisibles más allá del horizonte y en el cielo un sol redondo y una luna redonda eran una pista definitiva... ²²

Allí es donde la ciencia y el sentido común se superponen. La ciencia es sentido común *aplicado a la evidencia*. Utilizando el sentido común de esa manera, se llegará frecuentemente a conclusiones que son muy diferentes a las *suposiciones* obvias del sentido común de que porque el universo *parece* comportarse de alguna manera, entonces realmente lo hace. Por supuesto también ayuda darse cuenta de que si se vive sobre una esfera muy *grande*, parecerá bastante plana por bastante extensión. Y si la gravedad siempre apunta hacia el centro de la esfera, entonces las cosas realmente no rodarán ni se caerán. Pero esos son refinamientos.

Alrededor del 250 d.C. un griego llamado Eratostenes probó la teoría de que la Tierra era una esfera, y averiguó el tamaño de la esfera. Sabía que en la ciudad de Syene -actualmente Asuán, Egipto- el sol del mediodía podía ser visto reflejado en el fondo de un pozo. (Esto no funcionaría en Ankh-Morpork, donde el agua de pozo es a menudo más sólida que el pozo que la rodea) Eratostenes incluyó unos pocos hechos más y obtuvo muchos más que si hubiera estado de liquidación.

Es una cuestión de geometría. El pozo estaba cavado derecho hacia abajo. Entonces el sol de Syene debía estar derecho hacia arriba -bien arriba. Pero en el hogar de Eratostenes en Alejandría, en el delta del Nilo, eso no sucedía. Al mediodía, cuando el sol estaba en su mayor altura, Eratostenes arrojaba una sombra definida. De hecho, estimaba que al mediodía el ángulo entre el Sol y la vertical era justo de 7° -bastante cerca de $1/50$ de 360° . Entonces vino la pila de deducciones. El Sol está en el mismo lugar desde dondequiera se lo observe. Sobre otros aspectos, se sabía que el Sol tenía que estar muy lejos de la Tierra, y eso significaba que los rayos del Sol que llegaban al suelo en Alejandría eran casi paralelos a los que llegaban al fondo del pozo en Syene. Eratostenes razonó que un mundo redondo podía explicar la diferencia. Dedujo que la distancia desde Syene a Alejandría debía ser $1/50$ de la circunferencia de la tierra. ¿Pero a qué distancia estaba?

En tales ocasiones sirve ser conocido de los camelleros. No solamente

²² 'La mayoría de las civilizaciones' no es realmente lo mismo que 'la mayoría de las personas'. 'La mayoría de las personas' a través de la historia del planeta no necesitaron interesarse en la forma que el mundo tenía, a condición de que ofreciera, en algún lugar, la siguiente comida. (Nota de los autores)

porque el mayor matemático del mundo es el camello llamado Tú Bastardo, y que está en Mundodisco (ver *Pirámides*), sino porque a la caravana de camellos desde Alejandría hasta Syene le tomaba 50 días de viaje, a una velocidad promedio de 100 stadias por día. De modo que la distancia entre Alejandría y Syene era de 5000 stadias, y la circunferencia de la Tierra eran 250000 stadias. La stadia era una medida de distancia griega, y nadie sabe qué largo tenía. Los eruditos *piensan* que 515 pies (157 metros), y si tienen razón, el valor de Eratostenes era 24662 millas (39690 km). El valor verdadero es de unas 24881 millas (40042 km), de modo que Eratostenes llegó asombrosamente cerca. A menos -lo siento, pero somos incorregiblemente sospechosos- que los eruditos calcularan para atrás la respuesta.

Es aquí que encontramos otro rasgo del razonamiento científico. En orden a realizar comparaciones entre teoría y experimento, se tiene que *interpretar* el experimento en los términos de la teoría. Para clarificar el punto, contamos la historia de Ratonasticthenes, un familiar de Cortomelcuello Dibbler, quien probó que Mundodisco era redondo (e incluso calculó su circunferencia). Ratonasticthenes notó que al mediodía en los Ramtop el Sol estaba sobre la cabeza, mientras que en Lancre, unas 1000 millas de allí, estaba a 84° de la vertical. Ya que 84° es más o menos un cuarto de 360° , Ratonasticthenes razonó que el Mundodisco es redondo, y que la distancia entre Ramtop y Ankh-Morpork es un cuarto de la circunferencia. Eso puso la circunferencia de este esférico Mundodisco a 4000 millas (6400 km). Desafortunadamente para esta teoría, se sabía por otros aspectos que Mundodisco tenía 10000 millas (16000 km) de borde a borde. Aún así, no se puede permitir una torpeza en el camino de una buena teoría, y Ratonasticthenes se fue a la tumba creyendo que era un pequeño mundo después de todo.

Su error estuvo en interpretar un dato observacional perfectamente bueno en los términos de una teoría defectuosa. Los científicos repetidamente regresan a teorías establecidas para ensayarlas de una manera nueva, y tienden a probar con esos sacerdotes, religiosos o laicos, que ya conocen la respuesta -cualquiera sea la pregunta. Ciencia no es construir un cuerpo de 'hechos' conocidos. Es un método de hacer preguntas torpes y sujetarlas al control de la realidad, aún evitando la humana tendencia a creer cualquier cosa que nos haga sentir bien.

* * *

Desde los primeros tiempos, los humanos se han interesado no sólo en la forma del mundo, sino en la forma del universo. Para comenzar, probablemente pensaban que las dos eran una misma cuestión. Entonces se dieron cuenta, usando más o menos la misma clase de geometría que Eratostenes, que esas luces en el cielo estaban muy pero *muy* lejos. Se les ocurrió una asombrosa variedad de mitos acerca de carros ardientes de dioses-soles y todo eso, pero después que los babilonios tuvieron la idea de hacer mediciones precisas, sus teorías comenzaron a conducirlos hacia predicciones sorprendentemente buenas acerca de cosas como eclipses y el movimiento de los planetas. Por el tiempo de Ptolomeo (Claudius Ptolemaeus, 100-160 d.C.) el mejor modelo del movimiento planetario involucraba una serie de 'epiciclos' -los planetas se movían como si estuvieran rotando en círculos cuyos centros rotaban sobre otros círculos, cuyos centros rotaban sobre...

Isaac Newton reemplazó a esta teoría, y a sus sucesoras más precisas, mediante una *regla*, la ley de la gravedad; describe cómo cada cuerpo en el universo atrae a cada uno de los otros. Eso explicaba el descubrimiento de Johannes Kepler de que las órbitas planetarias eran elipses, y a lo largo del tiempo explicó un montón de cosas más.

Después de unos pocos siglos de éxito impresionante, la teoría de Newton cometió su primer gran error: realizó una incorrecta predicción de la órbita de Mercurio. El punto de la órbita de Mercurio que estaba más cerca del sol no se movía *exactamente* de la manera predicha por la ley de Newton. Einstein vino al rescate con una teoría basada, no en las fuerzas de atracción, sino en la geometría -en la forma del espacio-tiempo. Esta fue la aplaudida Teoría de la Relatividad. La teoría venía en dos sabores: Relatividad Especial y Relatividad General. La Relatividad Especial trata la estructura del espacio, del tiempo y del electromagnetismo; la Relatividad General describe lo que sucede cuando también se agrega la gravedad.

El punto principal a tener en cuenta es que 'Relatividad' es un nombre tonto. El tema de la Relatividad Especial no es: 'todo es relativo', sino que esa cosa en particular -la velocidad de la luz- es inesperadamente *absoluta*. El experimento de pensamiento es bien conocido. Si estás viajando en un coche a 50 mph (80 km/h) y disparas un arma hacia adelante de modo que la bala se mueva a 500 mph (800 km/h) en relación con el coche, entonces tocará un blanco estacionario a la velocidad de 550 mph (880 km/h), sumando los dos componentes. De todos modos, si en lugar de disparar el arma se enciende una antorcha, que lanza luz a la velocidad de 670.000.000 mph (186.000 mps o 300.000 km/s), entonces esa luz no

tocará el blanco estacionario a una velocidad de 670.000.050 mph. Lo tocará a 670.000.000 mph, *exactamente la misma velocidad que si el coche estuviera estacionario.*

Existen problemas prácticos al montar ese experimento, pero algunos menos gráficos y peligrosos han indicado que ése sería el resultado.

Einstein publicó la Relatividad Especial en 1905, acompañada con la primera evidencia seria de la mecánica del quantum y un nuevo horizonte del papel de la difusión. Un montón de otra gente -entre ellos el físico alemán Hendrik Lorentz y el matemático francés Henri Poincare- estaban trabajando en la misma idea, porque el electromagnetismo no estaba de acuerdo enteramente con la mecánica newtoniana. La conclusión fue que el universo es mucho más raro que lo que dice el sentido común, aunque probablemente ellos no utilizaron realmente esa palabra. Los objetos se *encogen* a medida que se acercan a la velocidad de la luz, el tiempo se desacelera hasta un arrastrarse, la masa se vuelve infinita... y nada puede ir más veloz que la luz. Otra idea clave era que el espacio y el tiempo son hasta cierto punto intercambiables. Las tradicionales tres dimensiones del espacio, más una separada para el tiempo, surgen dentro de un solo y unificado espacio-tiempo de cuatro dimensiones. Un punto en el espacio se convierte en un evento en el espacio-tiempo.

En el espacio ordinario existe el concepto de distancia. En la Relatividad Especial, hay una cantidad análoga, denominada intervalo entre eventos, que se relaciona con el ritmo aparente del flujo del tiempo. Cuanto más rápido se mueve un objeto, más lento fluye el tiempo para un observador sentado sobre ese objeto. Este efecto es denominado dilación temporal.

Si se pudiera viajar a la velocidad de la luz, el tiempo se congelaría.

Uno de los rasgos asombrosos de la relatividad es la paradoja de los mellizos, señalada por Paul Langevin en 1911. Otra vez, es un ejemplo clásico. Supongamos que Rosencrantz y Guildenstern nacen en la Tierra el mismo día. Rosencrantz se queda aquí toda la vida, mientras que Guildenstern se va de viaje a casi la velocidad de la luz, y entonces vuelve y regresa a casa. Por la dilación temporal, para un solo año (por decir) pasado para Guildenstern, pasaron 40 para Rosencrantz. De modo que Guildenstern tiene ahora 39 años menos que su hermano mellizo. Experimentos que llevaron relojes atómicos alrededor de la Tierra en jets jumbo verificaron este argumento, pero los aviones son muy lentos comparados con la luz y la diferencia de tiempo observada (y predicha) es solamente la menor fracción del segundo.

Hasta aquí está bien, pero ya no hay lugar para la gravedad. Einstein se

quemó los sesos por años hasta que encontró el modo de meter la gravedad: hagamos que el espacio-tiempo sea curvo. La teoría resultante es denominada Relatividad General, y es una síntesis de la gravedad de Newton y la Relatividad Especial. Según la visión de Newton, la gravedad es una fuerza que saca las partículas de la línea recta perfecta que hubieran seguido de no ser por ella. En Relatividad General, la gravedad no es una fuerza: es una distorsión del espacio-tiempo. La imagen habitual es decir que espacio-tiempo se vuelve 'curvado', aunque esta palabra es fácilmente malinterpretada. La curvatura es interpretada físicamente como la fuerza de la gravedad, y hace que los rayos de luz se inclinen. Uno de los resultados es la 'lensing gravitacional', la inclinación de la luz por objetos masivos, y que Einstein descubrió en 1911 y publicó en 1915. El efecto fue observado primero durante un eclipse solar. Más recientemente se ha descubierto que algunos cuasares distantes producen imagen en los telescopios porque su luz está lenseada por una galaxia intermedia.

La teoría de la gravedad de Einstein puso fuera la de Newton porque se adaptaba mejor a las observaciones -pero la de Newton sigue siendo bastante acertada para varios propósitos, y es más simple. De modo que no está obsoleta en absoluto. Ahora se está comenzando a mirar si le toca a Einstein quedar fuera, posiblemente por una teoría que él rechazó como su mayor error.

En 1998 dos observaciones diferentes pusieron en discusión la teoría de Einstein. Una involucraba la estructura del universo en escala verdaderamente masiva, la otra sucedía en su propio patio trasero. La primera ha sobrevivido a todo lo que se le ha lanzado; la segunda puede ser rastreada hasta algo más prosaico. De modo que comencemos con el segundo descubrimiento curioso.

En 1972 y 1973, dos sondas espaciales, las Pioneer 10 y 11, fueron lanzadas para estudiar Júpiter y Saturno. A fines de 1980 estaban en la profundidad del espacio, dirigiéndose hacia el sistema solar conocido. Desde siglos había una creencia, una leyenda científica esperando confirmación, de que más allá de Plutón debía haber un planeta aún no descubierto, Planeta X. Tal planeta habría perturbado el movimiento de las dos Pioneer, de modo que valía la pena seguir el rastro de las sondas en la esperanza de encontrar desviaciones inesperadas. El equipo de John Andersen encontró desviaciones, está bien, pero no se ajustaban a un Planeta X -ni tampoco a la Relatividad General. Las Pioneer están derivando, sin forma activa de propulsión, de modo que la gravedad del Sol (y la mucho más débil de los

otros cuerpos del sistema solar) las atrae y lentamente las detiene. Pero las sondas se están deteniendo un poco antes de lo que deberían. En 1994 Michael Martin sugirió que este efecto había quedado tan suficientemente bien establecido que arrojaba dudas sobre la teoría de Einstein, y en 1998 el equipo de Andersen informó que lo que era observado no podía ser explicado por algo como error instrumental, nubes de gas, atracción solar, o atracción gravitacional de cometas.

Otros tres científicos rápidamente respondieron, sugiriendo otras cosas que podían explicar las anomalías. Dos se preguntaban por calor de desechos. Las Pioneer están alimentadas por generadores nucleares a bordo, y radian una pequeña cantidad de calor adicional en el espacio. La presión de esa radiación podía producir la disminución de la velocidad del artefacto en la cantidad observada. La otra explicación posible es que las Pioneer podían estar soltando pequeñas cantidades de combustible en el espacio. Andersen pensó en estas explicaciones y encontró problemas con ambas.

El rasgo más extraño de la disminución de la velocidad observada es que es lo que precisamente podía predecirse con una teoría no-ortodoxa sugerida en 1983 por Mordehai Milgrom. Esta teoría cambiaba, no la ley de gravedad, sino la ley de Newton del movimiento: la fuerza es igual a la masa por la aceleración. La modificación de Milgrom es aplicable cuando la aceleración es muy pequeña, y fue introducida en orden a explicar otro acertijo gravitacional, el hecho de que las galaxias no rotaban a la velocidad predicha por Newton o Einstein. Esta discrepancia es atribuida habitualmente a la existencia de 'materia negra fría' la que ejerce una atracción gravitacional pero que no puede ser vista con telescopios. Si las galaxias tiene un halo de materia negra fría rotarán a una velocidad que es inconsistente con la materia en las porciones visibles. Un montón de teóricos rechaza la materia negra fría (porque no se puede observar directamente - eso es lo que 'negra fría' significa) y la teoría de Milgrom ha ganado lentamente popularidad. Estudios posteriores de las Pioneer pueden ayudar a decidir.

El otro descubrimiento es acerca de la expansión del universo. El universo se agranda, pero ahora parece que el universo distante se expande más rápido que lo que debería. Este asombroso resultado -confirmado por estudios posteriores más detallados- viene del proyecto Cosmología de Supernova dirigido por Saul Perlmutter y su archi-rival Equipo de Búsqueda de Supernovas Alta-Z, dirigido por Brian Schmidt. Se muestra como una ligera inclinación en un gráfico de cómo el brillo aparente de una distante supernova varía su cambio a rojo. De acuerdo con la Relatividad General ese

gráfico debería estar derecho, pero no lo está. Se comporta como si hubiera un componente repulsivo de la gravedad que solamente se muestra en distancias extremadamente grandes -digamos la mitad del radio del universo. Una forma de anti-gravedad, de hecho.

Curiosamente, originalmente Einstein incluyó una fuerza repulsiva de esta clase en sus ecuaciones relativísticas de gravedad: la llamó constante cosmológica. Más tarde cambió de idea y arrojó la constante cosmológica, excusándose de haber sido un tonto por haberla incluido en primer lugar. Murió pensando que era una vergüenza en su historia, pero tal vez su intuición original era un acierto después de todo.

Hay también otro vínculo posible a una teoría física más profunda, la mecánica del quantum. Al principio no parece posible. Si hay un efecto anti-gravitatorio, entonces debería provenir de la energía del vacío -una forma de energía que, si existe, está almacenada en el espacio vacío... (mientras escribimos esto, nos imaginamos la expresión de Ridículo. Debemos ignorarla. Esto no es algo sensato, como la magia. Esto es ciencia. El espacio vacío puede estar lleno de interés)

De todos modos, la teoría del quantum predecía que la energía del vacío existe en el universo de hoy, de modo que puede producir un efecto antigravitatorio 10^{119} (1 seguido de 119 ceros) veces más grande que el observado. Aunque los astrónomos están acostumbrados a errores experimentales mayores que los que se encuentran en otras ciencias, es todavía mucho para que se lo traguen. Pero a finales de 1998 Robert Matthews se preguntó si el efecto antigravitatorio podría venir de una reliquia de energía de vacío de una fase anterior del universo. Su idea se relaciona con una especulación realizada por Paul Dirac, uno de los fundadores de la teoría del quantum. Dirac notó una coincidencia extraña. La fuerza electromagnética entre un protón y un electrón es 10^{40} (1 seguido de 40 ceros) veces mayor que la fuerza gravitacional entre ellos. La edad del universo es también 10^{40} veces mayor que el tiempo que le toma a la luz cruzar un átomo. No es difícil que ocurran accidentes numerológicos como éste, pero Dirac tenía el palpito de que éste podía indicar alguna conexión más profunda entre la expansión del universo y el reino del quantum microscópico. Ahora Matthews había llegado a la explicación posible de la coincidencia, y se ajusta al efecto antigravitatorio.

De acuerdo con la teoría del Big Bang, la historia temprana del universo involucra una cantidad de 'transiciones de fase' -cambios dramáticos que resultan en grandes cambios cualitativos en cómo funciona el universo. El más temprano sucedió cuando la fuerte fuerza nuclear se separó de las

fuerzas electromagnéticas y de la fuerza nuclear débil. La última en esta serie de transiciones de fase fue la transición del quark-hadron, en la cual los quark se agruparon para formar los protones y neutrones más conocidos. Si el universo ha retenido de alguna manera la energía de vacío desde esta transición de fase, entonces se mostrará como un efecto antigravitatorio del tamaño justo. De modo que estas observaciones curiosas nos pueden decir algo bastante curioso acerca del universo temprano.

ONCE

NUNCA CONFÍES EN UN UNIVERSO CURVADO

CAVILOSO STIBBONS HABÍA INSTALADO UN ESCRITORIO un poco separado de los demás y lo había rodeado con un montón de equipo, principalmente en orden a escucharse pensar.

Todos *sabían* que las estrellas eran puntos de luz. Si no lo fueran, algunas se verían más grandes que las otras. Algunas eran más apagadas que otras, por supuesto, pero eso era probablemente debido a las nubes. En cualquier caso su propósito, de acuerdo a la ley Mundodisco establecida, era darle un poco de estilo a la noche.

Y todos sabían que el modo natural de moverse las cosas era en línea recta. Si se dejaba caer algo, tocaba el suelo. No se curvaba. El agua caía por encima del borde del mundo, corriéndose a los lados sólo un poco para tomar la curva, pero eso era sentido común. Pero dentro del Proyecto, todo era girar. Todo estaba inclinado. El ArchiCanciller Ridículo parecía pensar que esta era alguna clase de defecto de carácter a gran escala, semejante a arrastrar los pies o no admitir las cosas. No se puede confiar en un universo de curvas. No juega un tiro derecho.

Por el momento Caviloso estaba haciendo pequeñas bolas con papel mojado. Había hecho que el jardinero entrara una gran bola de piedra que había pasado los últimos cientos de años en el jardín de rocas de la universidad, reliquia de alguna antigua catapulta de sitio. Tenía cerca de tres pies de ancho.

Había colgado cerca de ella, con cordones, algunas bolas de papel. Ahora, abatido, lanzaba otras por encima y a su alrededor. Una o dos se pegaron, a decir verdad, pero solamente porque estaban húmedas. Estaba sujeto de un pensamiento. Tienes que comenzar con lo que tengas certeza. Las cosas caen. Las cosas pequeñas caen sobre las grandes. Eso era sentido común.

¿Pero qué pasaría si tuvieras dos cosas grandes y solas en el universo?

Colocó dos bolas de hielo y roca, en un rincón desocupado del Proyecto, y las vio golpearse mutuamente. Entonces trató con bolas de tamaños diferentes. Las pequeñas derivaron hacia las grandes pero, bastante raro, las grandes también derivaron ligeramente hacia las pequeñas.

De modo que... si se pensaba bien... eso significaba que si se lanzara una pelota de tenis hacia el piso iría hacia *abajo*, pero, de alguna manera diminuta e inmensurable, el mundo se *levantaría* muy ligeramente.

Y eso era *loco*.

También se pasó algún tiempo observando las nubes de gas que se rizaban y se calentaban en las regiones más distantes del Proyecto. Eso era también tan... bueno, sin dios.

Caviloso Stibbons era un ateo. Lo era la mayoría de los hechiceros. Esto era porque la UU tenía ciertos poderosos hechizos instalados contra interferencias ocultas, y sabiendo que uno es inmune a rayos se interesaría en una mente independiente. Porque los dioses, por supuesto, existían. Caviloso no intentaría siquiera negarlo. Solamente que no creía en ellos. El dios que ganaba popularidad actualmente era Om, quien nunca respondía ruegos ni se manifestaba a sí mismo. Era fácil respetar dioses invisibles. Eran los que aparecían por todos lados, a menudo borrachos, los que fastidiaban a la gente.

Es por eso que, cientos de años atrás, los filósofos habían decidido que había otras clases de seres, los *creadores*, que existían independientemente de la creencia humana y quienes realmente habían construido el universo. Ellos no podían, por cierto, ser dioses de la clase conocida, los que al decir de todos eran incapaces de hacer una taza de café.

El universo dentro del Proyecto estaba lanzándose a través de su tiempo de alta velocidad, y todavía no había nada dentro de él que fuera vagamente familiar para los humanos. Era todo demasiado caliente o demasiado frío o demasiado vacío o demasiado apiñado. Y asombrosamente no había ninguna señal de *narrativium*.

Lo cierto es que tampoco había estado aislado en Mundodisco, pero su existencia había sido inferida tiempo atrás, como lo había dicho el filósofo Ly Tin Zalamerin: 'del mismo modo que la leche infiere a la vaca'. Podía ni siquiera haber tenido una existencia discreta. Podía haber sido una manera particular en la cual cada uno de los elementos cruzara la historia, algo que tenían pero que en realidad no poseían, como el brillo sobre la piel de una manzana pulida. Era el *pegamento* del universo, el marco que sostenía todos los demás, la cosa que le decía al mundo lo que debía ser, que le daba propósito y dirección. Se podía detectar el *narrativium*, de hecho, simplemente pensando en el mundo.

Sin él, aparentemente, todo era solamente bolas girando en círculos, sin sentido.

Garabateó en el bloc de papel que tenía delante.

No hay tortugas por ningún lado.

—¡Come plasma caliente! Oh... lo siento, señor.

Caviloso miró por encima de su pantalla defensiva.

—¡Cuando los mundos colisionan, jovencito, alguien está haciendo algo mal!

Esa era la voz del Discutidor Mayor. Sonaba más petulante que lo habitual.

Caviloso fue a ver lo que estaba pasando.

DOCE

¿DE DÓNDE VIENEN LAS REGLAS?

ALGO ESTÁ HACIENDO QUE MUNDOGLOBO HAGA COSAS EXTRAÑAS...

Parece estar obedeciendo reglas. O tal vez las está haciendo a medida que avanza.

Isaac Newton nos enseñó que nuestro universo opera sobre reglas, y que son matemáticas. En sus días eran denominadas 'leyes de la naturaleza', pero 'ley' es una palabra demasiado fuerte, demasiado terminante, demasiado arrogante. Pero parece que hay patrones más o menos profundos en cómo funciona el universo. Los seres humanos pueden formular esos patrones como reglas matemáticas, y utilizar las descripciones resultantes para resolver algunos aspectos de la naturaleza que de otra manera serían totalmente misteriosos, y aún aprovecharlos para hacer herramientas, vehículos, tecnología.

Thomas Malthus cambió la mente de un montón de personas cuando encontró la regla matemática del comportamiento social. Dijo que el alimento crece aritméticamente (1-2-3-4-5) pero que la población crecía geométricamente (1-2-4-8-16). Cualquiera sea el crecimiento, eventualmente la población sobrepasará la provisión de alimentos: hay límites al crecimiento.²³ La ley de Malthus muestra que hay reglas Acá Abajo tanto como Allá Arriba, y nos dice que la pobreza no es el resultado del mal ni del pecado. Las reglas pueden tener implicaciones profundas.

¿Qué son las reglas? ¿Nos dicen cómo funciona 'realmente' el universo, o nuestros cerebros buscadores de patrones las inventan o las seleccionan?

Hay dos puntos de vista principales. Uno es fundamentalista de corazón, tan fundamentalista como el Taliban y los Bautistas del Sur -tan fundamentalista como el exquisidor Vorbis en *Dioses Menores* quien establece su posición de la siguiente manera: '... lo que aparece a nuestros sentidos no es la verdad *fundamental*. Las cosas que son vistas y escuchadas y hechas por la carne son simples sombras de una realidad más profunda'.

El fundamentalismo científico sostiene que hay *un* solo conjunto de

²³ Esta regla requiere algunas suposiciones especiales, como la estupidez crónica e irreversible de la humanidad. (Nota de los autores)

reglas, la Teoría del Todo, la que no describe la naturaleza demasiado bien, pero es naturaleza. Por casi tres siglos la ciencia parece haber convergido en sólo un sistema: cuanto más profundas se vuelven nuestras teorías de la naturaleza, también se vuelven más simples. La filosofía detrás de esta visión es conocida como reduccionismo, y funciona deshaciendo las cosas en trozos, mirando qué son esos trozos y cómo se unen, y utilizando los trozos para explicar el todo. Es una estrategia de investigación muy efectiva, y nos ha servido durante un largo tiempo. Ahora, hemos logrado reducir nuestras teorías más profundas a sólo dos: la mecánica del quantum y la relatividad.

La mecánica del quantum proponía describir el universo en una escala muy pequeña, a escala subatómica, pero entonces se involucró en las escalas más grandes de todas, el origen del universo en el Big Bang. La relatividad proponía describir el universo en escalas muy grandes, escalas súper-galácticas, pero entonces se involucró en las escalas más chicas de todas, los efectos cuánticos de la gravedad. A pesar de esto, las dos teorías están en desacuerdo fundamental acerca de la naturaleza del universo y de las reglas a que obedece. La Teoría del Todo, se espera, modificará sutilmente las dos teorías de tal manera que parezcan ajustarse mutuamente en un todo unificado, mientras continúan funcionando bien en sus respectivos dominios. Con todo reducido a una Regla Última, el reduccionismo habrá alcanzado el final de su búsqueda, y el universo estará completamente explicado.

La versión extrema de la visión alternativa es que no hay reglas últimas, y que no hay reglas totalmente precisas tampoco. Lo que denominamos reglas de la naturaleza son aproximaciones humanas a regularidades que surgen en ciertas regiones especializadas del universo - moléculas químicas, dinámica de las galaxias, lo que sea. No existe razón por la que nuestras formulaciones de regularidades en moléculas y regularidades en galaxias deban ser parte de algún conjunto más profundo de regularidades que explique ambas, como si el fútbol o el ajedrez fueran de alguna manera aspectos del mismo juego mayor. Se podrían hallar los patrones del universo en todos sus niveles, sin que hubiera un patrón último desde el cual todos los otros pudieran derivar. En esta visión, cada conjunto de reglas es acompañado por una declaración de las áreas en cuya descripción es seguro utilizarlo -'utilice estas reglas para moléculas con menos de cien átomos' o 'esta regla funciona para galaxias de modo que no le pregunte sobre las estrellas que la componen'. Algunas de estas reglas son contextuales, más que reduccionistas: explican por qué funcionan las cosas del modo en que lo hacen en términos de lo que está *fuera* de ellas.

La evolución, especialmente antes de ser interpretada a través de los ojos del ADN, es uno de los ejemplos más claros de este estilo de razonamiento. Los animales evolucionan por el ambiente en que viven, incluyendo otros animales. Un rasgo curioso de este punto de vista es que en gran medida el sistema construye sus propias reglas, al mismo tiempo que las obedece. Es casi un juego de ajedrez jugado con tejas que pueden ser utilizadas para construir nuevos trozos de tablero, sobre el cual nuevas clases de piezas de ajedrez se podrán mover de diferente manera.

¿Podría el universo entero construir algunas veces sus propias reglas, y mientras avanza? Lo hemos sugerido un par de veces: hay un sentido en el cual podría suceder. Es difícil ver cómo las reglas de la materia podrían 'existir' significativamente cuando no hay materia, solamente radiación -y la había en una etapa temprana del Big Bang. Los fundamentalistas sostendrían que las reglas de la materia estaban siempre implícitas en la Teoría del Todo, y se *volvieron* explícitas cuando la materia apareció. Nos preguntamos si la misma 'transición de fase' que creó la materia podría haber creado las reglas. En física podría no ser así, pero en biología lo es con seguridad. Antes de que los organismos aparecieran no podía haber ninguna regla para la evolución.

Para dar un ejemplo más doméstico, piense en una piedra rodando abajo por una pendiente accidentada, rebotando en rocas más grandes, salpicando en charcos lodosos, y eventualmente yendo a parar contra el tronco de un árbol. Si el reduccionismo fundamentalista es correcto, entonces cada aspecto del movimiento de la piedra, de cómo son aplastadas las hojas de pasto, qué patrón hace el lodo cuando salpica, y por qué está creciendo el árbol donde está, son consecuencias de un conjunto de reglas, la Teoría del Todo. La piedra 'sabe' cómo rodar, saltar, rebotar, salpicar y detenerse *porque* la Teoría del Todo le dice qué hacer. Más aún: porque la Teoría del Todo es verdad, la piedra misma atraviesa las lógicas consecuencias de esas reglas a medida que salta colina abajo. En principio se podría predecir que la piedra golpearía ese árbol en particular, tan sólo deduciendo las necesarias consecuencias de la Teoría del Todo.

La imagen de causalidad que este punto de vista evoca es una en la cual las únicas razones de que las cosas sucedan son porque la Teoría del Todo lo dice. La alternativa es que el universo está haciendo lo que el universo hace, y la piedra está en cierto sentido *explorando* las consecuencias de lo que hace el universo. No 'sabe' que saltará sobre el pasto hasta que llega al pasto y se encuentra a sí misma saltando. No 'sabe' cómo salpicar lodo por todas partes, pero cuando llega al charco, eso es lo

que sucede. Y todo así. Entonces los humanos venimos y miramos lo que hace la piedra, y comenzamos a buscar patrones. 'Sí, la razón por la que salta es porque la fricción funciona *así...*' 'Y las leyes de la dinámica de los fluidos dice que el lodo debe desparramarse *así...*'

Sabemos que estas reglas de nivel humano son aproximadamente descripciones porque es por eso que las inventamos. El lodo es grumoso, pero las reglas de la dinámica de fluidos no tiene en cuenta los grumos. La fricción es algo bastante complicado que involucra moléculas que se pegan y quieren apartarse otra vez, pero podemos capturar un montón de lo que hace pensando en ella como una fuerza que se opone al movimiento de los cuerpos en contacto con superficies. Porque las teorías de nivel humano son aproximaciones, nos excitamos mucho cuando un principio algo más general se dirige a resultados más precisos. Entonces, a menos que seamos cuidadosos, confundimos 'la nueva teoría da resultados que están más cerca de la realidad que la vieja' con 'las reglas de la nueva teoría están más cerca de las verdaderas reglas del universo que lo que estaban las viejas'. Pero eso no resulta: deberíamos estar obteniendo una descripción más *precisa* aunque nuestras reglas realmente difieren de lo que sea el universo 'realmente' hace. Lo que realmente hace puede no resultar en reglas claras y prolijas para nada.

Hay un gran salto entre escribir acerca de la Teoría del Todo y comprender sus consecuencias. Hay sistemas matemáticos que demuestran este punto, y uno de los más simples es la Hormiga de Langton, ahora la pequeña estrella de un programa de computación. La Hormiga da vueltas sobre una cuadrícula infinita. Cada vez que llega a un cuadro, el cuadro cambia de color, de negro a blanco o de blanco a negro, y si llega a un cuadro blanco gira a la derecha, y si llega a uno negro gira a la izquierda. De modo que conocemos la Teoría del Todo para el universo de la Hormiga -la regla que gobierna su completo comportamiento fijando qué puede suceder en la pequeña escala- y todo lo que sucede en ese universo es 'explicado' por esa regla.

Cuando la Hormiga se pone en movimiento, lo que realmente se ve son tres modos separados de comportamiento. *Todos* -sean matemáticos o no- inmediatamente las observan. Algo en nuestras mentes nos hace sensibles a la diferencia y no tiene nada que ver con la regla. Es la misma regla todo el tiempo, pero vemos tres fases distintas:

- SIMPLICIDAD: durante los primeros doscientos o trescientos

movimientos de la Hormiga, comenzando en una grilla completamente blanca, crea diminutos patrones que son muy simples y a menudo bastante simétricos. Y entonces se piensa: 'Por supuesto, tenemos una regla simple, de modo que dará *patrones* simples, y deberíamos ser capaces de describir todo lo que sucede de manera sencilla'.

- CAOS: entonces, de repente, se nota que ya no es así. Se tiene un dibujo irregular de cuadros blancos y negros, y la Hormiga está dando vueltas en una especie de caminata al azar, y no se puede ver una estructura para nada. En una Hormiga de Langton esta clase de movimiento pseudo-azar sucede para los siguientes 10.000 pasos. De modo que si el ordenador no es demasiado veloz, habrá que sentarse allí por largo tiempo diciendo: 'Nada interesante sucederá, seguirá así para siempre, al azar'. No, está obedeciendo a la misma regla que antes. Lo que pasa es que *parece* al azar.

- ORDEN EMERGENTE: finalmente, la Hormiga se traba en una clase de comportamiento repetitivo particular, y construye una 'autopista'. Sigue en un ciclo de 104 pasos, después de lo cual se mueve dos cuadros en diagonal y la forma y color del borde son los mismos que los que había al comienzo del ciclo. Entonces, el ciclo se repite por siempre, y la Hormiga construye autopistas diagonales -por siempre.

Estos tres modos de la actividad son consecuencia de la *misma* regla, pero están en diferentes niveles de la regla misma. No hay reglas que hablen de autopistas. La autopista es claramente una cosa simple, pero un ciclo de 104 pasos no es una consecuencia terriblemente obvia de la regla. De hecho, la única manera en que los matemáticos pueden *probar* que la Hormiga construye realmente esa autopista es seguirla en esos 10.000 pasos. En ese punto se puede decir: '*Ahora* comprendemos por qué la Hormiga de Langton construye la autopista'. Pero no antes.

De todos modos, si preguntamos de forma ligeramente más general, nos damos cuenta de que no *entendemos* la hormiga de Langton para nada. Supongamos que antes de arrancar la Hormiga le damos un ambiente - pintamos de negro unos cuantos cuadros. Entonces, preguntemos algo simple: ¿siempre termina la Hormiga construyendo una autopista? Nadie lo sabe. Todos los experimentos de ordenador sugieren que sí. Por otro lado, nadie puede *probar* que lo hace. Podría haber alguna extraña configuración de cuadros, y que cuando arranque entrara en un comportamiento

totalmente diferente. O puede ser una autopista mucho mayor. Tal vez hay un ciclo de 1.349.772.115.998 pasos que construye una clase diferente de autopista, si se comienza en el cuadro correcto. Entonces, para este sistema matemático muy simple, con una sola regla simple, y una muy simple pregunta, *sabemos* que la Teoría del Todo... no nos dirá la respuesta.

La Hormiga de Langton será nuestro icono para una idea muy importante: la *emergencia*. Las reglas simples pueden conducir a patrones grandes y complejos. El tema aquí no es lo que universo 'realmente hace'. Es cómo entendemos las cosas y cómo las estructuramos en nuestras mentes. La sencilla Hormiga y su universo cuadrículado son tecnológicamente un 'sistema complejo' (consiste en una gran cantidad de entidades que interactúan entre sí, aunque la mayor parte de esas entidades son simples cuadrados que cambian de color cuando la hormiga camina sobre ellos)

Podemos crear un sistema y darle las reglas simples que el 'sentido común' sugiere lo llevará a un futuro bastante monótono, y a menudo encontraremos que resultarán figuras bastante complejas. Y serán 'emergentes' -esto es, no tenemos prácticamente ninguna manera de averiguar qué serán aparte de... bueno, observar. La Hormiga debe danzar. No hay atajos.

Los fenómenos emergentes, que no se pueden predecir antes de tiempo, son tan causales como los no-emergentes: son consecuencias lógicas de las reglas. Y no se tiene idea de lo que serán. Un ordenador no ayudará -todo lo que hará será hacer que la Hormiga corra muy rápido.

Aquí es útil una imagen 'geográfica'. El 'espacio de fase' de un sistema es el espacio de todos los estados de comportamientos posibles -todas las cosas que el sistema puede hacer, no solamente las que hace. El espacio de fase de la Hormiga de Langton consiste en todas las maneras posibles de poner cuadros negros y blancos en una grilla -no solamente las que la Hormiga pone cuando sigue las reglas. El espacio de fase de la evolución son todos los organismos concebibles, no solamente los que existen ya. Mundodisco es un 'punto' en el espacio de fase de universos consistentes. Los espacios de fase encaran todo lo que puede ser, no sólo lo que es.

En esta imaginaria, el rasgo de un sistema son estructuras en espacio de fase que le dan una 'geografía' bien definida. El espacio de fase de un sistema emergente es indescriptiblemente complicado: un término genérico para tal espacio de fase es 'País Hormiga', el cual se puede pensar como una forma computacional de suburbio infinito. Para *comprender* un rasgo

emergente habría que encontrarlo *sin* atravesar el País Hormiga paso a paso. El mismo problema surge cuando se trata de comenzar desde la Teoría del Todo y averiguar *lo que implica*. Se pueden haber separado las micro-reglas, pero eso no significa que se comprenden sus macro-consecuencias. Una Teoría del Todo diría qué es el *problema*, en lenguaje preciso, pero eso puede no ayudar a resolverlo.

Supongamos, por ejemplo, que tenemos reglas muy precisas para las partículas fundamentales, reglas que realmente gobiernan todo de ellas. A pesar de eso, está bastante claro que esas reglas no ayudarían a nuestra comprensión de algo como economía. Queremos comprender a alguien que va al supermercado y compra bananas, paga. ¿Cómo llegamos a eso desde las reglas de las partículas? Tenemos que escribir una ecuación para cada partícula en el cuerpo del cliente, en las bananas, en la cuenta que pasa desde el cliente hasta el cobrador. Nuestra descripción de la transacción - dinero por bananas- y nuestra explicación de ella está en términos de una increíblemente complicada ecuación acerca de partículas fundamentales.

Resolver esa ecuación es aún más difícil. *Y puede que no sea la única fruta que compra.*

No decimos que el universo no lo *haga* de esa manera. Estamos diciendo que aún si así fuese, no nos ayudará a *comprender* nada. Entonces hay una brecha emergente enorme entre la Teoría del Todo y sus consecuencias.

Un montón de filósofos parece haber tenido la idea de que en un fenómeno emergente la cadena de causalidad está *rota*. Si nuestros pensamientos son propiedades emergentes de nuestro cerebro, entonces para algunos filósofos no están causados físicamente por células nerviosas, corrientes eléctricas, y química cerebral. No queremos decir eso. Pensamos que es una tontería confusa. Estamos perfectamente felices de que nuestros pensamientos sean causados por esas entidades físicas, pero no podemos describir la percepción de alguien o su memoria en términos de corrientes eléctricas y química.

Los seres humanos no comprenden las cosas de esa manera, nunca. Comprenden las cosas manteniéndolas simples -en el caso del ArchiCanciller Ridículo, cuanto más simple, mejor. Un poco de narrativium ayuda: cuanto más simple es la historia, mejor se comprende. Contar historias es lo contrario al reduccionismo; 26 letras y algunas reglas gramaticales no son una historia.

Un moderno conjunto de reglas físicas plantea más preguntas filosóficas

que todas las otras combinadas: la mecánica del quantum. Las reglas de Newton explicaban el universo en términos de fuerza, posición, velocidad y las apariencias que hacen el sentido intuitivo de los seres humanos y nos permiten contar buenas historias. Hace un siglo más o menos se hizo claro que el cableado escondido del universo tenía otras capas menos intuitivas. Conceptos como posición y velocidad no sólo dejaron de ser fundamentales -dejaron de tener un significado completamente bien definido.

Esta nueva capa de explicación, la teoría del quantum, nos dice que en pequeñas escalas las reglas son el azar. En lugar de algo que sucede o no, podía ser un poco de ambas cosas. El espacio vacío es una rebotante masa de potencialidades, y el tiempo es algo que se puede pedir prestado y devolver si se hace con la suficiente velocidad de modo que el universo no lo note. Y el Principio de Incertidumbre de Heisenberg dice que si se sabe dónde está algo, entonces no se puede saber a qué velocidad está corriendo. Caviloso Stibbons se consideraría afortunado si no tuviera que explicarle esto al ArchiCanciller.

Una profunda discusión del mundo cuántico necesitará un libro todo para él solo, pero hay un punto que se beneficia con algunas de las percepciones de Mundodisco. Es el notable caso del gato en la caja. Los objetos cuánticos obedecen la Ecuación Schroedinger que describe cómo las 'funciones onda' -ondas de existencia cuántica- se propagan a través del espacio y el tiempo. Los átomos y sus componentes subatómicos no son realmente partículas: son funciones de onda cuántica.

Los primeros pioneros de la mecánica del quantum tuvieron bastantes problemas para resolver la Ecuación de Schroedinger: no se querían preocupar por lo que ella *significaba*. Entonces ellos emparcharon una cláusula de escape, la 'interpretación Copenhague' de las observaciones cuánticas. Dice que cuando se trate de observar una función de onda cuántica, ésta 'colapsa' inmediatamente para dar una única partícula aparente como respuesta. Esto parece promover la mente humana hacia un estado especial -ha sido incluso sugerido que nuestro propósito en el universo es observarlo, y de ese modo asegurar su existencia, una idea que los hechiceros de UU consideran que es de simple sentido común.

De todos modos, Schroedinger pensaba que eso era tonto, y como apoyo introdujo un experimento de pensamiento denominado ahora el Gato de Schroedinger. Imagine una caja, con una tapa que pueda ser sellada tan perfectamente que *nada*, ni aún la menor pizca de una ondita cuántica, pueda pasar. La caja contiene un átomo radioactivo, el cual en algún momento al azar declinará y emitirá una partícula, y un detector de

partículas que libera gas venenoso cuando detecta la declinación atómica. Ponga el gato en la caja y cierre la tapa. Espere un poco.

¿Está el gato vivo o muerto?

Si el átomo ha declinado, entonces el gato está muerto. Si no, está vivo. De todos modos, la caja está sellada, entonces no se puede observar lo que hay adentro. Ya que los sistemas cuánticos son ondas, las reglas del quantum dicen que el átomo debe estar en un estado 'mezclado' -mitad declinado y mitad no. De todos modos el gato, que es una colección de átomos y que por ello debe ser considerado un sistema cuántico gigantesco, está también en un estado mezclado: medio vivo y medio muerto. En 1935 Schroedinger señaló que los gatos no son así. Los gatos son sistemas macroscópicos con física clásica de sí-no. Su punto era que la interpretación Copenhague no explicaba -ni aún señalaba- el enlace desde la física cuántica microscópica a la física macroscópica clásica. La interpretación Copenhague reemplaza un proceso físico complejo (el que no comprendemos) por trozos de magia: la onda colapsa tan pronto como se intenta observarla.

La mayor parte de las veces que este problema es discutido, los físicos se las arreglan para poner el tema Schroedinger en sus cabezas: '¡No, las ondas cuánticas *son* realmente así!' Y han realizado montones de experimentos para probar que tenían razón. Excepto... que esos experimentos no tienen caja, ni gas venenoso, ni vivo, ni muerto, ni gato. Lo que tienen son analogías a escala cuántica -un electrón por un gato, giro positivo para vivo y negativo para muerto, y una caja con lados chinos, a través de los cuales todo *puede* ser observado, pero se toman buen trabajo en no notarlo.

Estas discusiones y experimentos son mentiras-para-niños: el objetivo es convencer a la siguiente generación de físicos que los sistemas a nivel *cuántico* se comportan realmente del modo extraño que lo hacen. Bien... pero eso no tiene nada que ver con gatos. Los hechiceros de la Universidad Unseen, que no conocen nada de electrones, pero que están familiarizados con los gatos, no serían puestos como tontos ni por un instante. Ni tampoco la bruja Gytha Ogg, cuyo gato Greebo está encerrado en una caja en *Lores y Damas*. Greebo es la clase de gato que atacaría a un lobo feroz y se lo comería.²⁴ En *Brujas de Viaje* se come un vampiro por accidente, y las brujas no pueden entender por qué los villanos están tan estáticos.

Greebo tiene su propia manera de manejar paradojas cuánticas: 'Greebo ha pasado dos irritantes minutos en esa caja. Técnicamente, un gato encerrado en una caja puede estar vivo o muerto. Nunca se sabrá

²⁴ Como siempre dice Tata Ogg, 'Es sólo un gran sentimental.' (Nota de los autores)

hasta mirar. De hecho, el simple acto de abrir la caja determina el estado del gato, aunque en este caso hay tres estados determinados en que el gato puede estar: son Vivo, Muerto, y Condenadamente Furioso'.

Schroedinger hubiera aplaudido. Él no estaba hablando de estados cuánticos: él quería saber cómo podía llevar a la física clásica ordinaria en su conjunto, y podía ver que la interpretación Copenhague no tenía nada que decir acerca de eso. De modo que, ¿cómo *emergen* las clásicas respuestas sí-no de un País Hormiga cuántico? Lo más cercano que tenemos de una respuesta es algo denominado 'de-coherencia', la cual ha sido estudiada por una cantidad de físicos, entre ellos Anthony Leggett, Roland Omnes, Serge Haroche y Luis Davidovich. Si se tiene una gran colección de ondas cuánticas y se la deja a sus propios recursos, entonces las ondas componentes salen del paso y se desvanecen. Esto es lo que un objeto clásico 'realmente' parece desde el punto de vista cuántico, y significa que los gatos, de hecho, se comportan como gatos. Los experimentos muestran que lo mismo es cierto aunque el rol de detector es jugado por un objeto quantum microscópico: la función de una onda fotón puede colapsar sin que un observador se dé cuenta en el momento en que lo ha hecho. Incluso con un gato cuántico la muerte sucede en el instante en que el *detector* nota que el átomo ha declinado. No se necesita una mente.

En pocas palabras, ArchiCanciller, el universo siempre nota al gato. Y un árbol en el bosque suena cuando cae, aunque no haya nadie por allí. El bosque está siempre allí.

TRECE

NO, ESO NO PUEDE HACERLO.

EL ARCHICANCELLER RIDÍCULO MIRÓ a sus colegas a su alrededor. Habían elegido la mesa larga del Gran Salón para el encuentro, ya que el MAE se estaba poniendo demasiado atestado.

—¿Todos aquí? Bien —dijo—. Continúa, señor Stibbons.

Caviloso rebuscó entre sus papeles.

—Yo he, er, solicitado este encuentro —dijo—, por que me temo que estemos haciendo las cosas mal.

—¿Cómo puede ser? —dijo el Decano—. ¡Es *nuestro* universo!

—Sí, Decano. Y, er, no. Ha hecho sus propias reglas.

—No, no, eso no puede hacerlo —dijo el ArchiCanciller—. Nosotros somos criaturas inteligentes. Nosotros hacemos las reglas. Montones de roca no hacen reglas.

—No *exactamente*, señor —dijo Caviloso, empleando la frase en su sentido tradicional de 'absolutamente erróneo'—. Hay algunas reglas en el Proyecto.

—¿Cómo? ¿Hay alguien más toqueteándolo? —demandó el Decano—. ¿Se ha presentado un Creador?

—Un pensamiento interesante, señor. No estoy calificado para responder. El punto que estoy tratando de establecer es que si queremos hacer algo constructivo tenemos que obedecer las reglas.

El Profesor en Runas Recientes miró la mesa que tenía delante. Había sido puesta para almorzar.

—No veo por qué —dijo—. Este tenedor y cuchillo no me dicen cómo comer.

—Er... de hecho, señor, lo hacen. De una manera indirecta.

—¿Está tratando de decirnos que las reglas están hechas? —dijo Ridículo.

—Sí, señor. Como: las rocas grandes son más pesadas que las pequeñas.

—¡Eso no es una regla, hombre, es solamente sentido común!

—Sí, señor. Es que cuanto más miro dentro del Proyecto, menos seguro estoy de lo que es el sentido común. Señor, si vamos a construir un mundo

tiene que ser una bola. Una gran bola.

—Eso es un montón de tonterías religiosas anticuadas, señor Stibbons.²⁵

—Sí, señor. Pero en el universo del Proyecto eso es real. Algunas de las bo... esferas que hicieron los estudiantes están enormes.

—Sí, las he visto. Llamativas, a mi entender.

—Estaba pensando en algo más pequeño, señor. Y... y estoy bastante seguro de que las cosas se quedarán en él. Estuve experimentando.

—¿Experimentando? —dijo el Decano—. ¿Qué bien puede hacer *eso*?

Las puertas se abrieron de par en par. Semilladenabo, el asistente de Caviloso, se acercó a la mesa en estado de agitación.

—¡Señor Stibbons! ¡HEX encontró algo!

Los hechiceros se volvieron para mirarle fijo. Él se encogió.

—Es oro —dijo.

—El Gremio de Alquimistas no se sentirá feliz por esto —dijo el Discutidor Mayor, mientras todo el profesorado cerraba filas alrededor del Proyecto—. Ya saben lo que son para las demarcaciones.

—Bastante justo —dijo Ridículo, mirando por el omniscopio—. Les daremos unos pocos minutos para presentarse, de otro modo seguiremos como estamos, ¿de acuerdo?

—¿Cómo podemos sacarlo? —dijo el Decano.

Caviloso pareció horrorizado.

—¡Señor! ¡Esto es un universo! ¡No es una alcancía! ¡No puede ponerlo del revés, meterle un cuchillo por la ranura y darle la vuelta para vaciarlo!

—No veo por qué no —dijo Ridículo, sin levantar la mirada—. Es lo que la gente hace todo el tiempo —Ajustó el foco—. Aunque personalmente estoy contento de que no se pueda sacar nada de la cosa. Llámeme anticuado, pero no intento ocupar el mismo lugar que un millón de millas de gas que explota. ¿Qué sucedió?

—HEX dice que una de las estrellas explotó.

—Son demasiado grandes para ser estrellas, Caviloso. Ya hemos tratado este punto.

—Sí, señor —dijo Caviloso en desacuerdo.

—Solamente han estado dando vueltas por cinco minutos.

—Unos días, señor. Pero millones de años en el tiempo del Proyecto. Las personas han estado arrojando basura dentro de él, y creo que algo se

²⁵ El Omnianismo había enseñado por miles de años que el Mundodisco era de hecho una esfera, y persiguió violentamente a los que preferían creer en la evidencia de sus propios ojos. Para el tiempo de escribir esto, el Omnianismo estaba enseñando que había algo a ser dicho sobre cada punto de vista. (Nota de los autores)

acumuló y... No creo que fuera una estre... horno muy bien hecho en primer lugar.

La estrella que explotaba se estaba encogiendo ahora, pero desarrollando un gran halo de gases brillantes que encendieron uno de los costados de la pila de rocas que habían estado haciendo los hechiceros. Las cosas quieren estar juntas y hacerse grandes, pensó Caviloso. Pero cuando son suficientemente grandes, quieren explotar. Otra ley.

—Hay plomo y cobre aquí también —dijo Ridículo—. Estamos en el negocio ahora, caballeros. Excepto que en este universo no hay nada en qué gastar. Aún así, parece que estamos progresando. Se le ve pálido, señor Stibbons. Debería dormir un poco.

Progreso, pensó Caviloso. ¿Era eso lo que estaban haciendo? Pero sin narrativium, ¿cómo podría alguien *saberlo*?

Era el cuarto día. Caviloso había estado despierto toda la noche. No estaba seguro, pero creía que probablemente había estado despierto la noche anterior también. Podía haber cabeceado un rato, apoyando la cabeza sobre la pila creciente de papeles arrugados, con el Proyecto guiñando y parpadeando delante de él. Si era así, no había soñado con nada.

Pero decidió que el Progreso era lo que se hace de él.

Después del desayuno, los hechiceros miraron la bola que actualmente ocupaba el centro del omniscopio.

—Um, solía comenzar con hierro —dijo Caviloso—. Bueno, principalmente hierro. Hay bastante hierro por aquí. Algunos de los hielos son realmente cosas detestables, y las rocas se apoyan allí. ¿Ves esa allí?

Una bola más pequeña de roca colgó en el espacio un poco más allá.

—Sí, muy sosa —dijo el Discutidor Mayor—. ¿Por qué está llena de huecos?

—Me temo que cuando estuve lanzando rocas sobre la bola de hierro hubo algunas que se salieron de control.

—Le puede suceder a cualquiera, Stibbons —dijo el ArchiCanciller generoso—. ¿Agregó oro?

—Oh sí, señor. Y otros metales.

—El oro le da a la corteza algo de estilo, creo. ¿Son volcanes esos?

—Algo así, señor. Son como, er, el acné de los mundos jóvenes. Sólo que al contrario del nuestro, donde la roca se derrite en los campos mágicos internos generados en el sustrato, el magma es mantenido en fundición por el calor atrapado dentro de la esfera.

—Una atmósfera llena de humo. Casi no puedo ver nada.

—Sí, señor.

—Bueno, no lo llamaría un mundo —dijo el Decano sorbiendo—. Prácticamente al rojo vivo, el humo saliendo de todos lados...

—El Decano tiene una opinión, jovencito —dijo Ridículo. Lo dijo muy pero muy gentilmente para molestar al Decano—. Es un intento valiente, pero parece que acabas de hacer otra bola.

Caviloso tosió.

—Sólo puse esta pegada para propósitos de demostración, señor — Consiguió hacerse de los controles del omniscopio. La escena parpadeó y cambió—. Ahora, esta —dijo, y había un dejo de orgullo en su voz—, es una que hice más *temprano*.

Miraron dentro de la lente.

—¿Bien? Solamente más humo —dijo el Decano.

—Nube, señor, de hecho —dijo Caviloso.

—Bueno, todos podemos hacer nubes de gas...

—Er... es vapor de agua, señor —dijo Caviloso.

Se acercó y ajustó el omniscopio.

La habitación se llenó con el rugido de la mayor tormenta de lluvia de todos los tiempos.

Para la hora de almorzar era un mundo de hielo.

—Y lo estábamos haciendo tan bien —dijo Ridículo.

—No puedo pensar qué estuvo mal —dijo Caviloso, retorciéndose las manos—. ¡Ya teníamos mares!

—¿No podemos calentarlo? —dijo el Discutidor Mayor.

Caviloso se sentó en su silla y puso la cabeza entre sus manos.

— Toda esa lluvia enfrió el mundo —dijo el Profesor en Runas Recientes, lentamente.

—Muy buenas... er, rocas —dijo el Decano. Palmeó a Caviloso en la espalda.

—Pobre tipo parece deprimido —susurró el Discutidor Mayor a Ridículo—. No creo que haya estado comiendo apropiadamente.

—Quieres decir... ¿no masticaba bien?

—No comía lo *suficiente*, ArchiCanciller.

El Decano levantó un trozo de papel del atestado escritorio de Caviloso.

—Digo, mira esto —dijo.

Sobre el papel, con la clara escritura manual de Caviloso, estaba escrito:

LAS REGLAS

1 *Cosas caen separadas, pero los centros se mantienen.*

2 *Todo se mueve en curvas.*

3 *Se obtienen bolas.*

4 *Las bolas grandes inclinan el espacio.*

5 *No hay tortugas por ningún lugar.*

6 ... *Es tan deprimente.*

—Siempre fue un poco de las reglas, nuestro Caviloso —dijo el Discutidor Mayor.

—La número Seis no suena increíblemente bien formulada —dijo Ridículo.

—No creen que se está poniendo un poco tesorero, ¿verdad? —dijo el Profesor en Runas Recientes.

—Siempre piensa que todo tiene que *significar* algo —dijo Ridículo, quien generalmente tenía la visión de que tratar de encontrar un significado más profundo de los eventos era como tratar de encontrar reflejos en un espejo: siempre había éxito, pero no se aprendía nada nuevo.

—Supongo que podríamos simplemente calentar la cosa —dijo el Discutidor Mayor.

—Un sol debería ser fácil —dijo Ridículo—. Una bola grande de fuego no debería ser problema para un hechicero pensante —Hizo sonar los nudillos—. Llama algunos estudiantes para llevar al señor Stibbons a la cama. Pronto tendremos este pequeño mundo caliente o mi nombre no es Necesitoron Ridículo.

CATORCE

MUNDOS DISCO

PARA LOS HECHICEROS DE LA UNIVERSIDAD UNSEEN, los cielos incluyen dos tipos de cuerpos obviamente diferentes: las estrellas, que son diminutas motitas de luz, y el sol, que es una bola caliente, no demasiado lejos, que pasa sobre el Disco durante el día y debajo de él durante la noche. Le ha tomado un tiempo a la humanidad el darse cuenta de que en nuestro universo no es así. Nuestro Sol es una estrella, y como todas las estrellas, es *enorme*, de modo que esas diminutas motitas deben estar a gran distancia. Más aún, algunas de las motitas que parecen ser estrellas, no lo son: se traicionan a sí mismas por moverse de manera diferente que el resto. Estos son los planetas, que están mucho más cerca y son mucho más pequeños, y juntos con la Tierra, la Luna y el Sol forman el sistema solar. Nuestro sistema solar puede parecer como un montón de bolas zumbando alrededor en alguna clase de juego de pool cósmico, pero eso no significa que comenzara como bolas ni como rocas y hielo. Es el resultado de un proceso físico, y los ingredientes que se utilizaron en ese proceso no están obligados a parecerse a los resultados que salen. Cuanto más aprendemos acerca del sistema solar, más difícil es dar una respuesta posible a la pregunta: ¿cómo comenzó? No es la parte de la 'respuesta' lo que es difícil - es la parte de la 'posibilidad'. A medida que aprendemos más y más acerca del sistema solar, el control de la realidad que deben pasar nuestras teorías se vuelve más y más riguroso. Esta es la razón por la que los científicos tienen el hábito de volver a plantear las viejas preguntas que todos suponían que estaban respondidas tiempo atrás, y resuelven que ya no lo están. No quiere decir que los científicos sean incompetentes: demuestra su voluntad de tener en cuenta nuevas evidencias y re-examinar las viejas conclusiones a su luz. La ciencia ciertamente no afirma tener las cosas bien, pero tiene un buen record en descartar los modos de obtener las cosas mal.

¿Qué debe explicar una teoría de formación del sistema solar? Principalmente, por supuesto, los planetas -nueve, dispersos casi al azar en el espacio; Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón. Debe explicar sus diferencias de tamaño. Mercurio tiene 3.032 millas (4.878 km) de diámetro, mientras que Júpiter tiene 88.750 millas

(142.800 km) -29 veces más grande y 24 veces el volumen, una enorme discrepancia. Debe explicar sus diferencias en composición química: Mercurio está hecho de hierro, níquel y rocas de silicato; Júpiter está hecho de hidrógeno y helio. Debe explicar por qué los planetas cercanos al Sol son generalmente más pequeños que los lejanos, con excepción de Plutón, lejos en el frío y la oscuridad. No sabemos mucho de Plutón, pero la mayoría de lo que sabemos es extraño. Por ejemplo, todos los demás planetas están en un plano que pasa por el centro del Sol, casi, pero la órbita de Plutón está inclinada en un ángulo notable. Todos los demás planetas tienen órbitas que son bastante cercanas a un círculo, pero la de Plutón es mucho más alargada -al extremo que parte del tiempo está más cerca del Sol que Neptuno.

Pero eso no es todo lo que una teoría del origen del sistema solar debería decir. La mayoría de los planetas tienen pequeños cuerpos en órbita a *su* alrededor -nuestra propia Luna; Fobos y Deimos, los diminutos satélites mellizos de Marte; los 16 de Júpiter; los 17 de Saturno... Incluso Plutón tiene un satélite, llamado Charon, y *eso* es extraño también. Saturno está mucho mejor y tiene también *anillos* completos de pequeños cuerpos que lo rodean, en general como una delgada banda de rocas que se quiebra en una miríada de diferentes anillitos, con satélites mezclados con todo, así como satélites más convencionales por todos lados. Entonces están los asteroides, miles de pequeños cuerpos, algunos esféricos como planetas, otros trozos irregulares de roca, la mayoría orbitando entre Marte y Júpiter -excepto unos pocos que no lo hacen. Hay cometas, que caen hacia el Sol desde la enorme 'Nube Oort' más allá de la órbita de Plutón -una nube que contiene *trillones* de cometas. Está el cinturón Kuiper, un poco parecido al cinturón de asteroides, pero fuera de la órbita de Plutón: conocemos cerca de 30 cuerpos de allí, pero sospechamos que son cientos o miles. Hay meteoritos, trozos de roca de variado tamaño que vagan errantes a través de todo...

Cada uno de estos objetos celestiales, además, es un único, irreplicable. Mercurio es un trozo de roca abrasadoramente caliente y llena de cráteres. Venus tiene una atmósfera de ácido sulfúrico, gira en sentido contrario comparado con casi todo lo demás en el sistema solar, y se cree que re-hace su superficie cada cien millones de años más o menos, en un surgimiento de actividad volcánica vasta y planetaria. La Tierra tiene océanos y vida; ya que vivimos en ella la encontramos el más simpático de los planetas, pero algunos extraterrestres probablemente se horroricen por su atmósfera de oxígeno, mortal, corrosiva, y venenosa. Marte tiene desiertos de rocas y hielo seco en sus polos. Júpiter es un gigante gaseoso, con un centro de

hidrógeno tan comprimido que se ha vuelto metálico, y tal vez hay un pequeño centro de roca en él -'pequeño' comparado con Júpiter, pero de un diámetro tres veces el de la Tierra. Saturno tiene sus anillos -pero también los tienen Júpiter, Urano y Neptuno, aunque no son ni tan extensos ni tan espectaculares. Urano tiene un manto de metano y amoníaco, y su eje de rotación está tan inclinado que casi está del revés. Neptuno es similar a Urano, pero sin esa absurda inclinación del eje. Plutón, como hemos dicho, es un loco. Ni siquiera sabemos con precisión de qué tamaño es o si es sólido, pero es un Lilliputiense en el país de los Gigantes Gaseosos.

Bien... *todo* eso es lo que una teoría sobre los orígenes del universo debe explicar. Era mucho más fácil cuando pensábamos que había seis planetas, más el Sol y la Luna, y que era *todo*. En cuanto a que el sistema solar haya sido un acto de creación especial por un ser supernatural... ¿por qué cualquier ser supernatural con auto respeto haría la cosa tan *complicada*?

Porque se hace complicada a *sí misma*... es por eso. Ahora pensamos que el sistema solar fue formado como un paquete completo, comenzando de ingredientes bastante complicados. Pero nos llevó tiempo darnos cuenta.

La primera teoría de la formación planetaria que tiene algo de sentido para los estándares modernos fue pensada por el gran filósofo alemán Immanuel Kant alrededor de doscientos cincuenta años atrás. Kant imaginó todo comenzando como una vasta nube de materia -grandes grumos, pequeños grumos, polvo, gas- que se atraían unos a otros y que se fueron amontonando.

Cerca de 40 años después el matemático francés Pierre-Simon de Laplace llegó a una teoría alternativa de enorme belleza intrínseca, cuyo único defecto es que ahora no funciona. Laplace pensó que el Sol se había formado antes que los planetas, tal vez por algún proceso de agregación cósmica como la de Kant. De todos modos, ese antiguo Sol era mucho más grande que el de hoy porque aún no se había comprimido, y los límites exteriores de su atmósfera se extendían más allá de lo que ahora es la órbita de Plutón. Como los hechiceros de la Universidad Unseen, Laplace pensaba que el Sol era un fuego gigantesco cuyo combustible debía estar acabándose muy lentamente. A medida que el Sol envejece, calienta menos. El gas caliente se contrae, de modo que el Sol debería encogerse.

Ahora viene una peculiaridad de los cuerpos que se mueven, como consecuencia de otra de las leyes de Newton, la Ley(es) del Movimiento. Asociado a cualquier cuerpo que gira hay una cantidad denominada

'momento angular' -una combinación de cuánta masa contiene, qué rápido gira, y a qué distancia del centro tiene lugar el giro. De acuerdo con la ley de Newton, el momento angular se conserva -puede ser redistribuido, pero ni desaparece ni aparece por propia voluntad. Si un cuerpo giratorio se contrae, pero la frecuencia de giro no cambia, el momento angular se perderá: por lo tanto la frecuencia de giro deberá incrementarse para compensar. Así es como los patinadores sobre hielo hacen los giros rápidos: comienzan con un giro lento, con los brazos extendidos, y entonces ponen los brazos cerca del cuerpo. Además, la materia que gira experimenta una fuerza, una fuerza centrífuga, que parece empujarla hacia afuera, lejos de su centro.

Laplace se preguntaba si una fuerza centrífuga actuando sobre una nube de gas giratoria lanzaría un cinturón de gas alrededor del ecuador. Calculaba que eso debería suceder si la fuerza gravitacional que atraía ese cinturón hacia el centro fuera igual a la fuerza centrífuga que trataba de lanzarla lejos. Este proceso no sucedería una, sino varias veces, mientras el gas continuara en contracción -de modo que el Sol que se encoge se rodearía con una serie de anillos de materia, toda en el mismo plano del ecuador solar. Ahora, supongamos que cada cinturón se funde en un solo cuerpo... ¡Planetas!

Lo que tenía de bueno la teoría de Laplace, y no la de Kant, era que los planetas están en un plano y que rotan alrededor del Sol en la misma dirección en que el Sol gira. Además, algo bastante similar podría haber ocurrido mientras esos cinturones se fundían en planetas, en cuyo caso el movimiento de los satélites también se explica.

No es difícil combinar los mejores aspectos de las teorías de Kant y Laplace, y esa combinación satisfizo a los científicos por casi un siglo. De todos modos, de a poco se volvió claro que nuestro sistema solar es mucho más no-regulado que lo que Kant o Laplace reconocieron. Los asteroides tienen órbitas locas, y algunos satélites dan vueltas al revés. El Sol contiene el 99% de la masa del sistema, pero los planetas el 99% del momento angular: tanto sea porque el Sol rota muy lento o que los planetas revolucionan muy rápido.

Cuando comenzó el siglo XX, estas deficiencias de la teoría Laplaciana se volvieron muy grandes para que los astrónomos las ignoraran, y algunas personas independientes aparecieron con la idea de que una estrella desarrolló el sistema solar cuando se encontraba cerca de otra estrella. Mientras las dos estrellas zumbaban una cerca de la otra, se supone que la atracción gravitacional de una de ellas arrancó una gota de materia -una

especie de cigarro- de la otra, lo que se condensó en planetas. La ventaja de la forma de cigarro era que es delgado en los extremos y grueso en el medio, así como los planetas son pequeños cerca del Sol o afuera cerca de Plutón, pero grandes en el medio. La verdad es que nunca fue claro *por qué* la gota tenía que tener la forma de cigarro...

Un importante aspecto de esta teoría era la implicancia de que los sistemas solares son bastante poco comunes, porque las estrellas están apenas dispersas y pocas se acercan a otras como para compartir un cigarro mutuo. Si usted es de esa clase de personas que se consuela con la idea de que los seres humanos son únicos en el universo, entonces esta sugerencia era casi una súplica: si los planetas son raros, entonces los planetas habitados serán aún más raros. Si usted es esa clase de personas que prefieren pensar que la Tierra no es especialmente no-habitual, entonces la teoría del cigarro pondrá en su imaginación un rizo, definitivamente.

A mediados del siglo XX, la teoría del cigarro compartido se había vuelto aún menos posible que la teoría de Kant. Si se arranca un montón de gas caliente de la atmósfera de una estrella, no se condensa en planetas -se dispersa en las insondables profundidades del espacio interestelar como una gota de tinta en un océano furioso. Pero para entonces, los astrónomos estaban adquiriendo una idea mucho más clara de cómo habían comenzado las estrellas, y se estaba haciendo claro que los planetas debían ser creados por el mismo proceso que produce las estrellas. Un sistema solar no es un Sol que más tarde adquiere diminutas compañías: todo viene como un paquete, directo desde la estrella. Ese paquete es un disco -la cosa más cercana en nuestro universo (tal como sabemos) a Mundodisco. Pero el disco comienza como una nube y eventualmente se convierte en un montón de bolas (Tercera Regla de Stibbons)

Antes de que el disco se formara, el sistema solar y el Sol comenzaron como una porción al azar de una nube de gas y polvo interestelar. Oscilaciones al azar gatillaron el colapso de la nube de polvo, con todo dirigiéndose más o menos -pero no exactamente- hacia el mismo punto. Todo eso comienza un colapso tal en concentración de materia en algún lugar, cuya gravedad entonces atrae más materia: oscilaciones al azar producirán dicha concentración si se espera el tiempo suficiente. Una vez que ha comenzado el proceso, es sorprendentemente rápido, tomándole unos diez millones de años terminar. Al comienzo, la nube que colapsa es casi esférica. De todos modos, es arrastrada por la rotación de la galaxia entera, de modo que su borde exterior (relativo al centro de la galaxia) se

mueve más lento que el interior. La conservación del momento angular nos dice que mientras la nube colapsa debe comenzar a girar, y que cuanto más colapsa, más rápido girará. A medida que el ritmo de giro crece, la nube se adelgaza en un disco.

Cálculos más cuidadosos muestran que cerca del centro este disco se engorda en una gota densa, y la mayor parte de la materia va a parar a la gota. La gota continúa condensándose, y su energía gravitacional se convierte en energía calórica, y su temperatura *sube rápidamente*. Cuando la temperatura ha subido lo suficiente, las reacciones nucleares se encienden: la gota se ha convertido en una estrella. Mientras esto está sucediendo, el material del disco se lanza en colisiones al azar, como imaginó Kant, y se funde de una manera no muy ordenada. Algunos grumos se lanzan en órbitas alocadamente excéntricas, o se balancean fuera del plano del disco; de todos modos, la mayor parte de los grumos se comportan mejor y se vuelven sensatos y decentes planetas. Una versión en miniatura de los mismos procesos puede dotar de satélites a la mayoría de esos planetas.

La química encaja también. Cerca del Sol, esos planetas incipientes se ponen muy calientes -demasiado calientes para formar agua sólida. Más lejos -alrededor de la órbita de Júpiter para una nube de polvo adecuada para hacer nuestro Sol y el sistema solar- el agua se puede enfriar en hielo sólido. Esta diferencia es importante para la composición química de los planetas, y podemos ver los perfiles principales si enfocamos estos tres elementos: hidrógeno, oxígeno y sílice. Sucede que el hidrógeno y el oxígeno son los elementos más abundantes en el universo, además del helio que no sufre reacciones químicas. La sílice es menos abundante pero es común. Cuando la sílice y el oxígeno se combinan, se obtienen silicatos - rocas. Pero aún si el oxígeno pudiera acabar con toda la sílice disponible algo así como el 96% del oxígeno estaría sin combinar, y se combina con el hidrógeno para hacer agua. Hay tanto hidrógeno -miles de veces más que oxígeno- que virtualmente todo el oxígeno que no se fue en rocas se va en agua. De modo que por lejos el componente más común en el disco que se condensa es el agua.

Cerca de la estrella, esa agua es líquida, aún vapor, pero a la distancia de Júpiter es hielo sólido. Se puede recoger un montón de masa sólida si se está condensando en una región donde el hielo puede formarse. De modo que los planetas son más grandes, y (al menos al comenzar) son de hielo. Aún más cerca de la estrella, los planetas son más pequeños, y rocosos. Pero ahora los muchachotes pueden grabar su ventaja de peso inicial en uno

aún más grande. Cualquier cosa que es diez veces la masa de la Tierra, o más grande, puede atraer y retener los dos elementos más abundantes del disco, hidrógeno y helio. De modo que las grandes bolas nadan en una cantidad de masa adicional en la forma de estos dos gases. También pueden retener compuestos como metano y amoníaco, que son gases volátiles más cerca de la estrella.

Esta teoría explica bastante. Toma todos los aspectos principales del sistema solar bastante más correctamente. Permite los movimientos excepcionales, pero no demasiado. Está de acuerdo con observaciones de condensaciones de nubes de gas en distantes regiones del espacio. Puede no ser perfecta, y alguna plegaria especial podría ser necesaria para explicar las cosas extrañas como Plutón, pero la mayoría de las cuestiones importantes ajustan prolijamente en su lugar.

El futuro del sistema solar es al menos interesante mientras pasa. La imagen del sistema solar que emerge de las ideas de Newton y sus contemporáneos tenía mucho de un universo de relojero -una máquina celestial que, una vez puesta a funcionar, continuaría ajustado a algunas reglas matemáticas simples y seguiría su tictac alegremente para siempre. Incluso *construyeron* máquinas celestes, llamadas orrery, con muchas pero muchas ruedas dentadas, en las cuales los pequeños planetas de bronce con lunas de marfil giraban y giraban cuando se movía la manivela.

Ahora sabemos que el reloj cósmico puede ponerse loco. No irá más rápido, sino que puede haber grandes cambios al sistema solar mientras tanto. La razón subyacente es caos -caos en el sentido de 'teoría del caos', con todas esas coloridas cosas 'fractales', un área matemática rápidamente en expansión que está invadiendo todas las otras ciencias. El caos enseña que las reglas simples no necesitan dirigirse a comportamientos simples - algo que Caviloso Stibbons y los otros hechiceros están en proceso de descubrir. De hecho, las reglas simples pueden conducir a comportamientos que en ciertos aspectos tienen elementos claramente azarosos. Los sistemas caóticos arrancan comportándose de manera predecible, pero después de señalar algún 'horizonte de predicción' todas las predicciones fallan. El clima es caótico, con un horizonte de predicción de unos cuatro días. El sistema solar, lo sabemos ahora, es caótico con un horizonte de predicción de diez millones de años. Por ejemplo, no sabemos de qué lado del Sol estará Plutón en un millón de años. Estará en la misma *órbita*, pero su posición en la órbita es completamente incierta.

Sabemos esto por algunos de los trabajos matemáticos realizados, en

parte, con un orrery -pero era un 'orrery digital', un ordenador hecho a tal propósito que puede hacer mecánica celestial muy rápido. El orrery digital fue desarrollado por el grupo de investigaciones de Jack Wisdom, el cual -en competencia con su rival encabezado por Jacques Laskar- ha estado extendiendo nuestro conocimiento del futuro del sistema solar. Aunque un sistema caótico es impredecible a largo plazo, se pueden hacer grandes series de intentos independientes para predecir y ver en cuáles hay acuerdo. De acuerdo con las matemáticas, se puede estar bastante seguro de que esas cosas están bien.

Uno de los resultados más sorprendentes es que el sistema solar perderá un planeta. Cerca de un millón de años desde ahora, Mercurio se moverá alejándose del Sol hasta cruzar la órbita de Venus. En ese punto, un encuentro entre Venus y Mercurio lanzará a uno o al otro, posiblemente ambos, fuera del sistema solar mismo -a menos que golpeen algo en el camino, lo que es altamente improbable, pero posible. Podría aún ser la Tierra, o el paso de Venus podría unirse con nosotros en una danza cósmica cuyo resultado final sea la *Tierra* lanzada fuera del sistema solar. Los detalles son impredecibles, pero el escenario general es muy posible.

Esto significa que hemos tenido una imagen errónea del sistema solar. A escala de tiempo humano es un lugar muy simple, sin muchos cambios. A su *propia* escala temporal, cientos de millones de años, está lleno de drama y excitación, con planetas rugiendo por todos lados, unos girando alrededor de los otros, y arrastrándose mutuamente fuera de órbita en una loca danza gravitacional.

Esto recuerda vagamente *Mundos en Colisión*, un libro publicado en 1950 por Immanuel Velikovsky, quien creía que un cometa gigante salió una vez desde Júpiter, pasó cerca de la Tierra dos veces, tuvo un affaire amoroso con Marte (dando nacimiento a una prole de cometas bebé), y finalmente se retiró a vivir en paz como Venus. A lo largo de su camino dio surgimiento a varios extraños efectos que se convirtieron en historias de la Biblia. Velikovsky estaba en lo correcto en una cosa: las órbitas de los planetas no son fijas para siempre. Estaba equivocado en mucho de lo demás.

¿Otros sistemas solares rodean otras estrellas distantes, o somos únicos? Hasta hace unos pocos años había montones de discusiones sobre esta cuestión, pero no demasiada evidencia. La mayor parte de los científicos, si tuvieran que apostar, habrían respaldado la existencia de otros sistemas solares, porque el mecanismo de colapso de la nube de polvo podía

fácilmente seguir sucediendo en cualquier lugar donde hubiera polvo cósmico -y hay cien billones de estrellas en nuestra propia galaxias, sin mencionar los billones de billones de las otras en el universo, todas las cuales *eran* polvo cósmico. Ahora, la posición es mucho más clara. Como característica, de todos modos, la historia involucra al menos un comienzo falso, y un re-examen crítico de evidencia que al comienzo se veía convincente.

En 1967 Jocelyn Bell, una estudiante graduada en la Universidad de Cambridge, estaba trabajando para doctorarse bajo la dirección de Anthony Hewish. Su campo era la radio-astronomía. Como la luz, la radio es una onda electromagnética, y como la luz, las ondas de radio pueden ser emitidas por estrellas. Dichas ondas de radio pueden ser detectadas utilizando antenas parabólicas -la TV por satélite actual es un familiar cercano- denominadas, falsamente, 'radio telescopios', aunque trabajan sobre principios diferentes que un telescopio óptico normal. Si miramos el cielo en su parte de radio del espectro electromagnético, podemos 'ver' cosas a menudo que no son aparentes usando la luz visible ordinaria. No debería ser sorpresa: por ejemplo, los francotiradores militares pueden 'ver en la oscuridad' utilizando ondas infrarrojas -detectando las cosas por el calor que emiten. La tecnología de esos días no era terriblemente ingeniosa, y las señales de radio eran grabadas en largos rollos de papel utilizando lápices automáticos que dibujaban curvas onduladas con buena tinta anticuada. A Bell le habían dado la tarea de buscar cosas interesantes en los gráficos sobre papel -rastreado cuidadosamente unos 400 pies de gráficos por semana. Lo que ella encontró era muy extraño -una señal que palpitaba unas treinta veces por segundo. Hewish era escéptico, sospechando que esa señal estaba generada de alguna manera por sus instrumentos de medición, pero Bell estaba convencida de que era genuina. Buscó en tres millas de gráficos previos y encontró varias instancias anteriores de la misma señal, que probaba que estaba en lo cierto. Algo, allá afuera, estaba emitiendo el radio equivalente de un silbido reverberante. El objeto responsable fue denominado 'púlsar' -un objeto parecido a una estrella y que pulsaba.

¿Qué podían ser estas cosas extrañas? Algunas personas sugirieron que eran señales de radio de civilizaciones extraterrestres, pero todos los intentos de obtener el equivalente extraterrestre de *El Show de Jerry Springer* falló (lo que posiblemente era lo mismo). Parecía que no había mensajes estructurados escondidos dentro de la señal. De hecho, lo que ahora se cree que son es más extraño que un programa de TV extraterrestre. Se piensa que los púlsares son estrellas de neutrones -

estrellas compuestas por materia altamente degenerada que contiene solamente neutrones, habitualmente de unas 12 millas (20 km) de diámetro. Debemos recordar que las estrellas de neutrones son increíblemente densas, formadas cuando una estrella más grande decae en colapso gravitacional. Esa estrella inicial, como hemos visto, estará girando, y por la conservación del momento angular, la estrella de neutrones resultante tiene que girar aún más rápido. De hecho, típicamente gira unas treinta revoluciones completas por segundo. Solamente una diminuta estrella como una estrella de neutrones puede hacerlo: si una estrella ordinaria revolucionara a esa velocidad, su superficie debería moverse a mayor velocidad que la luz, lo que no complacería a Einstein. (Para ser más verídicos, una estrella normal se despedazaría a velocidades mucho menores). Pero una estrella de neutrones es pequeña, y su momento angular es comparativamente grande, y hacer una voltereta treinta veces por segundo no es problema.

Para una analogía más clara, contemplemos nuestra propia Tierra. Como un púlsar, gira sobre su eje. Como un púlsar, tiene un campo magnético. El campo magnético también tiene un eje, pero es diferente al eje de rotación -eso es porque el norte magnético no es el mismo que el norte verdadero. No hay una buena razón para que el norte magnético sea el mismo que el norte verdadera en un púlsar tampoco. Y si no la hay, ese eje magnético gira treinta veces por segundo. Un campo magnético que gira a toda velocidad emite radiación, conocida como radiación de sincrotrones -y emite en dos angostos rayos que nacen en el eje magnético. En pocas palabras, una estrella de neutrones proyecta rayos mellizos de radio como esos dispositivos giratorios en el extremo superior de un faro terrestre. De modo que si se mira una estrella de neutrones en luz de radio, se verá un destello brillante mientras el rayo apunta hacia el observador, y virtualmente nada hasta que el rayo vuelva a girar. En cada segundo se ven treinta destellos. Y eso es lo que Bell había notado.

Si usted es una criatura viviente de construcción remotamente ortodoxa, definitivamente no querrá que su estrella sea un púlsar. La radiación de sincrotrones es esparcida en un amplio rango de longitudes de onda, desde la luz visible hasta los rayos X, y los rayos X pueden dañar seriamente la salud de cualquier criatura de construcción remotamente ortodoxa. Pero ningún astrónomo sospechó seriamente que los púlsares pudieran tener planetas, de todos modos. Si una estrella grande colapsa en una estrella de neutrones increíblemente densa, seguramente se tragará todos los trocitos de materia que anden por allí. ¿Verdad?

Tal vez no. En 1991, Matthew Bailes anunció que había detectado un

planeta dando vueltas alrededor del púlsar PSR 1829-10, con la misma masa que Urano, y a una distancia similar a la de Venus con el Sol. El conocido púlsar está demasiado lejos de nosotros para ver planetas directamente -y las estrellas, aún las más cercanas, están demasiado lejos para ver planetas directamente. De todos modos, se puede señalar una estrella que tiene planetas mediante la observación de su meneo cuando camina. Las estrellas no están quietas en el espacio -generalmente parece que se están dirigiendo hacia algún lugar, presumiblemente como resultado de la atracción gravitacional del resto del universo, el cual es lo bastante irregular para atraer diferentes estrellas en diferentes direcciones. La mayoría de las estrellas se mueve, más o menos, en líneas rectas. Una estrella con planetas, sin embargo, es como alguien con compañero de baile. Como los planetas giran alrededor de la estrella, la estrella se bambolea de un lado a otro. Eso hace que su paso a través del espacio ondule ligeramente. Ahora, si a un bailarín gordo le da la vuelta un compañero pluma, el gordo apenas se moverá, pero si los dos bailarines son del mismo peso, ambos girarán alrededor de un centro común. Observando la forma de las ondas se puede estimar cuán masivos son los planetas, y qué tan cerca de la estrella están sus órbitas.

Esta técnica ganó fuerza con el descubrimiento de las estrellas dobles, donde el compañero de baile es una segunda estrella, y las ondulaciones son notablemente pronunciadas porque las estrellas son mucho más masivas que los planetas. Como los instrumentos se han hecho más precisos, aún diminutas ondulaciones pueden ser detectadas, y por ello compañeros de baile más diminutos. Bailes anunció que el púlsar PSR 1829-10 tenía compañero de baile cuya masa era la de un planeta. No pudo observar el meneo directamente, pero pudo observar los cambios leves que producían en el recuento de los pulsos en la señal. El único rasgo desconcertante era el período rotacional del planeta: *exactamente* seis meses terrestres. Pequeña coincidencia. Rápidamente surgió que las ondulaciones supuestas no eran causadas por un planeta girando alrededor del púlsar, sino por un planeta mucho más cercano -la Tierra. Los instrumentos estaban registrando las ondulaciones en este extremo, y no las del púlsar en el extremo lejano.

Esta deslumbrante declaración de un planeta púlsar había sido escasamente refutada, de todos modos, cuando Aleksander Wolszczan y Dale Frail anunciaron el descubrimiento de dos planetas más, ambos alrededor del púlsar PSR 1257+12. ¡Un sistema solar púlsar con al menos dos mundos! El modo de ondular cuando hay dos compañeros de baile es más complejo que el modo de hacerlo con uno solo, y es difícil confundir tal

señal por algo generado en el extremo de recepción por el movimiento de la Tierra. De modo que este descubrimiento parece ser bastante sólido, a menos que haya una forma en que los púlsares modifiquen su salida de señales de una manera tan compleja y sin tener planetas -¿tal vez el rayo de radio sea un poco ondulante? No podemos ir para averiguarlo, de modo que tenemos que hacer lo mejor desde acá; y desde acá se ve bien.

De modo que existen planetas fuera de nuestro sistema solar. Pero es la posibilidad de vida lo que realmente hace interesantes a los planetas distantes, y un planeta púlsar con todos esos rayos X no es definitivamente un lugar para nada que quiera seguir vivo por mucho tiempo. Pero ahora, parece que las estrellas convencionales tienen planetas también. En octubre de 1995, Michael Mayor y Didier Queloz encontraron ondulaciones en el movimiento de la estrella 51 Pegasi que eran coherentes con un planeta de la mitad de la masa de Júpiter. Sus observaciones fueron confirmadas por Geoffrey Marcy y Paul Butler, quienes encontraron evidencia de dos planetas más -uno de siete veces la masa de Júpiter orbitando 70 Virginis, y uno de dos o tres veces la masa de Júpiter orbitando 47 Ursae Majoris. Por 1996 habían sido encontrados siete planetas; ahora hay unos diez. El número exacto fluctúa porque demasiado a menudo los astrónomos descubren problemas con las mediciones previas que arrojan dudas sobre el planeta favorito de alguien más, pero la cuenta general sube. Y en nuestro sol vecino más próximo, epsilon Eridiani, se conoce una nube de polvo que lo circunda, tal vez como la Nube de Oort del Sol, gracias a las observaciones realizadas en 1998 por James Greaves y sus colegas. Sin embargo, no podemos ver ninguna ondulación, de modo que si tiene planetas sus masas deben ser menores que tres veces la de Júpiter. Un año antes, David Trilling y Robert Brown utilizaron las observaciones de una nube de polvo similar alrededor de 55 Cancri, que ondula, para mostrar que tiene un planeta cuya masa es casi 1.9 la de Júpiter. Esto definitivamente elimina explicaciones alternativas de compañeros no vistos, por ejemplo que sean una 'enana marrón' -una estrella apagada.

Aunque los telescopios de hoy no pueden detectar un planeta extraterrestre directamente, los telescopios del futuro podrán. Los telescopios astronómicos convencionales usan un espejo ligeramente conformado como plato para enfocar la luz entrante, más lentes y prismas para tomar la imagen y reenviarla a lo que suele ser el ocular donde el astrónomo mira, pero entonces se convierte en un disco fotográfico, y ahora parece ser un 'dispositivo de carga acoplada' -un detector de luz muy

sensible- conectado a una computadora. Un telescopio de diseño convencional necesitaría un espejo muy grande para captar un planeta alrededor de otra estrella -un espejo de unas 100 yardas (100 metros) de ancho. El mayor espejo existente hoy es del décimo de ese tamaño, y para ver cualquier detalle sobre un mundo extraterrestre se necesitaría un espejo aún mayor, de modo que nada de esto es practicable.

Pero no se tiene que utilizar un telescopio.

Una técnica denominada 'interferometría' hace posible, en principio, reemplazar un espejo de 100 yardas de ancho por dos menores a 100 yardas separados. Ambos producen imágenes de la misma estrella o planeta, y las ondas de luz que ingresan y forman esas imágenes están alineadas muy precisamente y combinadas. El sistema de los dos espejos recolecta menos luz que un espejo completo de 100 yardas, pero puede resolver la misma cantidad de diminutos detalles. Y con la electrónica moderna, las pequeñas cantidades de luz entrante pueden ser amplificadas. En todo caso, lo que se usa ahora son docenas de pequeños espejos más pequeños, reunidos con un montón de artimañas que los mantienen alineados unos con los otros y que combinan las imágenes que reciben de manera efectiva.

Los radio-astrónomos utilizan esta tecnología todo el tiempo. El mayor problema técnico es mantener la misma longitud del paso de la estrella hacia su imagen en todos los pequeños telescopios, dentro de la precisión de una longitud de onda. La técnica es relativamente nueva en astronomía óptica, porque la longitud de onda de la luz visible es mucho más corta que las de radio, pero para la luz visible el verdadero asesino es que no vale la pena molestarse si el telescopio está sobre el suelo. La atmósfera de la Tierra está en continuo movimiento turbulento, curvando la entrada de luz de manera impredecible. Aún un poderoso telescopio instalado sobre el suelo producirá una imagen borrosa, que es por lo que el Telescopio Espacial Hubble está en órbita alrededor de la Tierra. Su sucesor, planeado, el Telescopio Espacial Próxima Generación, estará a un millón de millas de distancia, orbitando al Sol, delicadamente colocado en un lugar denominado punto Lagrange L2. Es un punto en la línea entre el Sol y la Tierra, pero muy lejos, donde la gravedad del Sol, la gravedad de la Tierra, y la fuerza centrífuga que actúa sobre el telescopio que orbita, se cancelan. La estructura del Hubble incluye un pesado tubo que mantiene fuera la luz no deseada -especialmente la luz reflejada por nuestro propio planeta. En L2 está mucho más oscuro, y ese incómodo tubo puede evitarse, ahorrando combustible de lanzamiento. Además, L2 es mucho más frío que una órbita baja de la Tierra, y eso hace

al telescopio infrarrojo mucho más efectivo.

La interferometría utiliza un conjunto mucho más amplio de pequeños telescopios en lugar de uno solo, y para astronomía óptica el conjunto tiene que ser instalado en el espacio. Esto produce una ventaja adicional, porque el espacio es *grande* -o, para decirlo en términos más Mundodisco, un lugar *donde* ser grande. La mayor distancia entre telescopios del conjunto se denomina línea de base. Fuera en el espacio se pueden crear interferómetros con líneas de base gigantescas -los radio-astrónomos han hecho uno cuya línea de base es más grande que la Tierra utilizando la antena de un telescopio instalado en el suelo y otra en órbita. Ambas, la NASA y la Agencia Espacial Europea, tiene misiones en proyecto para colocar un conjunto óptico de interferómetros -'bandada' es un término más acertado- en el espacio. En algún momento cerca del 2002 la NASA lanzará Deep Space 3, que incluye dos naves volando a 1 km y manteniéndose estacionarias una respecto de la otra en una precisión menor de media pulgada (1 cm). Otra aventura de la NASA, la Misión Espacial Interferometría, empleará siete u ocho telescopios ópticos sujetos a brazos rígidos de 10-15 yardas (10-15 metros) de largo. En el 2009, la AEE espera lanzar su Interferómetro Espacial Infrarrojo, no para tomar imágenes de planetas distantes sino para averiguar de qué están hechas sus atmósferas mediante la observación de reveladoras líneas de absorción en sus espectros.

El mayor sueño de todos, es el Planet Imager de la NASA, señalado para 2020. Un escuadrón de naves, cada cual equipada con cuatro telescopios ópticos, se desplegarán en un interferómetro con una línea de base de varios miles de millas, y comenzará a dibujar mapas de planetas extraterrestres. La estrella más cercana está a unos cuatro años luz; las simulaciones por computadora muestran que 50 telescopios con una línea de base de 95 millas (150 km) pueden producir imágenes de un planeta a 10 años luz de distancia y son lo bastante buenas para marcar continentes y aún lunas del tamaño de la nuestra. Con 150 telescopios y la misma línea de base, se podrá mirar la Tierra desde 10 años luz de distancia y ver los huracanes de su atmósfera. Piense lo que se podría hacer con una línea de base de mil millas.

Entonces, los planetas fuera de nuestro sistema solar existen -y probablemente existen en abundancia. Esa es una buena noticia si se está deseando de que afuera, en algún lugar, haya formas de vida extraterrestres. La evidencia para eso, sin embargo, es controversial.

Por supuesto, Marte es el lugar tradicional donde esperamos encontrar

vida en el sistema solar -en parte por los mitos acerca de los canales de Marte que los astrónomos pensaban que habían visto en sus telescopios pero que terminaron siendo ilusiones cuando enviamos una nave espacial a echar un vistazo, y en parte porque las condiciones en Marte son de alguna manera similares a las de la Tierra, aunque un poco más detestables, y en parte porque docenas de libros de ciencia ficción nos han preparado subliminalmente para la existencia de marcianos. La vida se muestra en lugares detestables por aquí, encontrando huecos de pisadas en laderas volcánicas, en desiertos, y en lo profundo de las rocas de la Tierra. Aún así, no hemos encontrado señales de vida en Marte.

Todavía.

Mientras tanto, algunos científicos pensaban que sí. En 1966 la NASA anunció señales de vida en Marte. El meteorito enterrado en el Antártico con el número de código ALH84001 fue arrancado de Marte hace 15 millones de años por la colisión de un asteroide y cayó a la Tierra hace 13000 años. Cuando fue cortado y se examinó su interior con gran aumento encontramos tres señales de vida posible. Eran marcas como diminutas bacterias fósiles, cristales que contenían hierro como las producidas por cierta bacteria y moléculas orgánicas y que se parecían a unas encontradas en bacterias fósiles en la Tierra. Todo señalaba: ¡bacterias marcianas! Esta declaración inició, no sin sorpresa, una gran discusión y el resultado es que todos esos tres descubrimientos *no* son casi una evidencia de vida para nada. Las 'bacterias' fósiles son mucho más pequeñas y casi todas ellas son huellas sobre superficie de cristal que han causado formas graciosas en las capas de metal utilizadas en microscopio de electrones; el recubrimiento de hierro de los cristales puede ser explicado sin involucrar bacterias; y las moléculas orgánicas pudieron meterse allí sin la ayuda de la vida marciana.

De todos modos, en 1998 el Mars Global Surveyor sí encontró señales de océanos antiguos en Marte. En algún punto de la historia del planeta, enormes cantidades de agua salieron a borbotones de las tierras altas y fluyeron hacia las tierras bajas del norte. Se piensa que esta agua se filtró o se evaporó, pero ahora resulta que los bordes de las tierras bajas del norte están marcadas con líneas a la misma altura -como una playa- como erosiones de un océano. El océano, si existió, cubría la cuarta parte de la superficie de Marte. Si contenía vida, debía haber fósiles marcianos que encontrar, datados en ese periodo.

El actual favorito para tener vida en el sistema solar es una sorpresa, al menos para personas que no leen ciencia ficción: Europa, el satélite de Júpiter. Es una sorpresa porque Europa es excesivamente frío, y está

cubierto por gruesas capas de hielo. De todos modos, no es que se sospeche que la vida existe. Europa está presa de la fuerza de gravedad de Júpiter, y las fuerzas de las mareas calientan su interior. Eso podría significar que las capas más profundas del hielo se hayan derretido para formar un vasto océano por debajo de la superficie. Hasta hace poco esto era pura conjetura, pero la evidencia de agua líquida por debajo de la superficie de Europa se ha vuelto muy fuerte. Incluye la geología de la superficie, las mediciones gravitacionales, y el descubrimiento de que el interior de Europa conduce electricidad. Este hallazgo, hecho en 1998 por K. K. Khurana y otros, llegaron de las observaciones del campo magnético de ese mundo hechas por la sonda Galileo. La forma del campo magnético es no usual, y la única razonable explicación es la existencia de un océano bajo la superficie cuya disolución de sales lo haga un conductor débil de electricidad. Calisto, otra de las lunas de Júpiter, tiene un campo magnético similar, y también se piensa ahora que tiene un océano bajo la superficie. En el mismo año, T. B. McCord y otros, observaron enormes campos de sales hidratadas (sales cuyas moléculas contienen agua) en la superficie de Europa. Tal vez esto se deba a una costra de sal depositada por el agua surgente del océano salado.

Hay planes tentativos de enviar una sonda hasta Europa, aterrizar, y perforar para ver qué hay allí. Los problemas técnicos son formidables -la capa de hielo es de por lo menos 10 millas (16 km) de espesor, y la operación deberá ser llevada a cabo con mucho cuidado para no perturbar ni destruir lo que estamos deseando encontrar: organismos de Europa. Menos invasivo sería buscar señales de moléculas de vida en la delgada atmósfera de Europa, y los planes contemplan hacer esto también. Nadie espera encontrar antílopes marcianos, ni tampoco peces, pero sería sorprendente que la química basada en el agua de Europa, aparentemente un océano de cien millas de profundidad (160 km), no haya producido vida. Caso con certeza hay 'volcanes' sub-océánicos donde el agua caliente y muy sulfurosa es soltada a través del fondo del océano. Esto provee una maravillosa oportunidad para la química complicada, muy parecida a la química que comenzó la vida sobre la Tierra.

La posibilidad menos controversial sería un conjunto de sistemas químicos similares a bacterias simples formando torres alrededor de los surgentes calientes -muy parecido a los que las bacterias terrestres del Báltico hacen. Criaturas más complicadas como amebas o paramecios sería una sorpresa placentera; cualquier cosa más allá, como un organismo multicelular, sería un premio. No se esperan plantas -no hay suficiente luz a esa distancia del Sol, aunque se pudiera filtrar a través de las capas de

hielo. La vida en Europa deberá ser sostenida por energía química, como es alrededor de los surgentes volcánicos bajo el agua de la Tierra. No se espera que las formas de vida de Europa se vean como las que están cerca de esos surgentes: habrán evolucionado en un ambiente químico diferente.

QUINCE

EL AMANECER DEL AMANECER

CAVILOSO ABRIÓ SUS OJOS y vio un rostro fuera del tiempo. Un tazón de té estaba depositado delante de él. Tenía una banana metida dentro.

—Ah... Bibliotecario —dijo Caviloso débilmente, tomando la taza. Bebió y se hizo daño en el ojo izquierdo. El Bibliotecario pensó que prácticamente todo podía ser mejorado por la adición de fruta fresca, pero aparte de eso tenía un alma gentil, siempre listo para dar una mano y una banana.²⁶

Los hechiceros habían puesto a dormir a Caviloso sobre un banco en el almacén. Artículos polvorientos de efectos mágicos estaban apilados de piso a techo. La mayor parte de ellos estaban rotos y todo se veía cubierto de polvo.

Caviloso se sentó y bostezó.

—¿Qué hora es?

—Ook.

—Santo cielo, ¿tan tarde?

Mientras las cálidas nubes del sueño se evaporaban, Caviloso cayó en la cuenta de que había dejado el Proyecto enteramente en las manos del profesorado mayor. El Bibliotecario se impresionó por todo el tiempo que la puerta quedó oscilando.

La mayor parte del laboratorio principal estaba vacío, excepto la mancha de luz alrededor del Proyecto.

La voz del Decano decía:

—Mappin Winterley... ¿es un buen nombre?

—Cállate.

—¿Owen Houseworthy?

—Cállate.

—William.

—Cállate *ya*, Decano. No es gracioso, nunca *fue* gracioso —Era la voz del ArchiCanciller.

—Sólo como dices, Gertrudis.

²⁶ Un accidente mágico, una vez, había convertido al Bibliotecario de la Universidad en un orangután, un estado que él disfrutaba lo suficiente para amedrentar, con gestos simples y gráficos, a cualquiera que sugiriera regresarlo a su forma anterior. Los hechiceros no notaban diferencias ahora. La de un orangután parecía ser la forma *natural* de un Bibliotecario. (Nota de los autores)

Caviloso avanzó hasta el reluciente Proyecto.

—Ah, Caviloso —dijo el Discutidor Mayor, poniéndose delante de él rápidamente—. Es bueno verte tan...

—Han estado... haciendo cosas, ¿verdad? —dijo Caviloso tratando de mirar por el costado.

—Estoy seguro de que todo puede ser reparado —dijo el Profesor en Runas Recientes.

—Y todavía es *casi* circular —dijo el Decano—. Pregúntale a Charlie Grinder aquí. Su nombre ya no es, definitivamente, Necesitoron Ridículo, yo lo sé.

—Te lo *advier*to, Decano...

—¿Qué han *hecho*?

Caviloso miró su globo. Estaba ciertamente más caliente ahora, y también bastante menos globular. Había heridas de rojo pálido a través de un lado, y el otro hemisferio era principalmente un enorme cráter. Estaba girando suavemente, meneándose mientras lo hacía.

—Hemos rescatado la mayoría de los trozos —dijo el Discutidor Mayor, observándole esperanzado.

—¿Qué han *hecho*?

—Solamente tratábamos de ayudar —dijo el Decano—. Gertrudis aquí sugirió que hiciéramos un sol, y...

—¿Decano?

—¿Sí, ArchiCanciller?

—Solamente quisiera señalar, Decano, que no fue un chiste muy gracioso para comenzar. Fue un patético intento, Decano, de arrancar una triste carcajada de una sencilla figura retórica. Solamente los niños de cuatro años y las personas con serias deficiencias *siguen y siguen* con eso. Querría traer este asunto a la luz, Decano, calmadamente y con espíritu de reconciliación, por tu propio bien, en la esperanza de que te hará bien. Estamos todos por ti, aunque imagino para qué estás *tú* aquí —Ridículo se volvió hacia el horrorizado Caviloso—. Hicimos un sol...

—... algunos soles —murmuró el Decano.

—... algunos soles, sí, pero... bueno, este asunto de 'caer en círculos' es muy dificultoso, ¿verdad? Muy difícil tomarle la mano.

—¿Han estallado un sol dentro de mi mundo? —dijo Caviloso.

—Algunos soles —dijo Ridículo.

—El *mío* se salió rebotando —dijo el Decano.

—Y creó ese embarazoso agujero enorme aquí —dijo el ArchiCanciller—. E incidentalmente sacó de lugar un enorme trozo.

—Pero al menos los *trozos* de mi sol *ardieron* por mucho tiempo —dijo el Decano.

—Sí, pero *dentro* del mundo. Eso no cuenta —Ridículo suspiró—. Y aún su máquina, señor Stibbons, dice que un sol de sesenta millas de ancho no funcionará. Y eso es ridículo.

Caviloso miraba fijo con ojos vacíos a su mundo, meneándose como un pato renco.

—No hay *narrativium* —dijo tristemente—. No sabe de qué tamaño debería ser un sol.

—Ook —dijo el Bibliotecario.

—Oh, mi cielo —dijo Ridículo—. ¿Quién le dejó entrar aquí?

El Bibliotecario estaba informalmente desterrado del edificio de Magia de Alta Energía, debido a su tendencia inherente de probar lo que las cosas eran mediante el gusto. Eso funcionaba bien en la Biblioteca, donde el gusto se había convertido en un sistema de referencia preciso, pero era menos útil en una habitación que contenía barras de transmisión que palpitaban con varios miles de taumaturgia. El destierro era informal, por supuesto, porque cualquiera capaz de empujar el tirador *a través* de una puerta de roble podía ir donde quisiera.

El orangután caminó sobre los nudillos hacia el domo y lo probó. Los hechiceros se tensaron cuando los delicados dedos negros tomaron los botones del omniscopio, poniendo en foco el horno que había explotado el día anterior. Era un diminuto punto de luz ahora, rodeado por corrientes de brillante gas.

El foco se movió hacia la brasa reluciente.

—Todavía es demasiado grande —dijo Ridículo—. Buen intento, viejo amigo.

El Bibliotecario se volvió hacia él, con la luz de la explosión moviéndose a través de la cara, y Caviloso retuvo la respiración.

Entonces la soltó en un soplido.

—¡Que alguien me dé una luz!

Los globos de su escritorio rodaron y rebotaron sobre el suelo mientras trataba de tomar uno. Lo sostuvo mientras el Discutidor Mayor atentamente encendía un fósforo, y lo meneaba así y así.

—¡Funcionará!

—¡Qué bueno! —dijo Ridículo.

—¿Qué funcionará?

—¡Días y noches! —dijo Caviloso—. ¡Estaciones, también, si lo hacemos bien! ¡Bien hecho, señor! No estoy seguro del meneo, ¡pero ya lo ha

logrado!

—Esa es la clase de cosas que hacemos —dijo Ridículo radiante—. Somos los campeones de hacer las cosas bien, bien seguro. ¿Qué cosas hicimos bien esta vez?

—¡El giro!

—Eso fue lo que hizo *mi* sol —señaló el Decano, engreído.

Caviloso estaba casi bailando. Y entonces, de repente, se puso serio.

—Pero eso depende de engañar a las personas allá abajo —dijo—. Y no hay nadie allá abajo... ¿HEX?

Se escuchó un traqueteo mecánico mientras HEX prestaba atención.

+++ ¿Sí? +++

—¿Hay alguna manera en que vayamos a ese mundo allí?

+++ Nada Físico Puede Entrar En El Proyecto +++

—Quiero alguien allí abajo par observar las cosas desde la superficie.

+++ Eso Es Posible. Virtualmente Posible +++

—¿Virtualmente?

+++ Pero Se Necesitará Un Voluntario. Alguien A Quien Engañar +++

—Esto es la Universidad Unseen —dijo el ArchiCanciller—. *No* debería presentar problemas.

DIECISÉIS

TIERRA Y FUEGO

NO SABEMOS SI LA TIERRA ES UN PLANETA TÍPICO. No sabemos si los planetas 'acuáticos' con océanos y continentes y atmósfera son comunes. En nuestro sistema solar, la Tierra es el único. Y tendremos que tener cuidado con frases como 'planeta como la tierra', porque durante la mitad de la historia de la Tierra no ha sido el planeta verde-azul que vemos en las fotografías satelitales, con atmósfera de oxígeno, nubes blancas, y todo lo demás a que estamos acostumbrados. En orden a *obtener* un planeta como la tierra, en el sentido actual, se tiene que comenzar con un planeta *no* como la tierra y esperar unos billones de años. Y lo que se obtiene es bastante diferente de lo que, unas décadas atrás, *pensábamos* que era la Tierra.

Pensábamos que era un lugar muy estable -que si se pudiera volver en el tiempo a cuando los océanos y continentes se separaron por primera vez estarían en el mismo lugar que ahora. Y pensábamos que el interior de la Tierra era bastante simple. Estábamos en un error.

Sabemos un montón acerca de la superficie de la Tierra, pero aún sabemos mucho menos acerca de lo que está dentro. Podemos estudiar la superficie yendo allí, lo cual es habitualmente fácil, a menos que queramos ver la punta del Everest. También podemos penetrar las profundidades del océano utilizando vehículos que pueden proteger a los frágiles humanos contra las enormes presiones de los mares profundos, y podemos cavar huecos en el suelo y enviar personas allá abajo, también. Podemos obtener mayor información acerca de las pocas millas superiores de la corteza de la Tierra mediante perforaciones, pero es solamente una piel delgada, comparativamente hablando. Tenemos que inferir cómo es más profundo por observaciones indirectas, de las cuales las más importantes son las ondas de choque emitidas por terremotos, experimentos de laboratorio, y la teoría. La superficie de nuestro planeta parece generalmente plácida -aparte del clima y de los algunas veces severos efectos de las estaciones- pero hay montones de volcanes y terremotos para recordarnos que por debajo de nuestros pies no es demasiado hospitalario. Los volcanes se forman donde las rocas derretidas de adentro de la Tierra surgen hacia la superficie, frecuentemente

acompañadas por nubes de gas o cenizas, todo bajo gran presión. En 1980 el monte St Helens en el estado de Washington, USA, voló como una tetera cuya tapa hubiera sido sujeta, y la mitad de toda la montaña sencillamente desapareció. Los terremotos suceden cuando las rocas de la corteza terrestre se deslizan unas sobre otras a lo largo de profundas grietas. Más adelante veremos qué produce ambas cosas, pero es necesario verlo en perspectiva: a pesar de los ocasionales desastres, la superficie de la Tierra ha sido suficientemente hospitalaria para que la vida evolucionara y sobreviviera por varios billones de años.

La Tierra es casi esférica, teniendo un diámetro de 7.928 millas (12.756 km) en el ecuador pero solamente 7.902 millas (12.714 km) de polo a polo. El ligero ensanchamiento en el ecuador es el resultado de las fuerzas centrífugas del giro de la Tierra, y originalmente se produjo cuando el planeta estaba derretido. La Tierra es el planeta más denso en el sistema solar con una densidad promedio 5.5 veces la del agua. Cuando la Tierra se condensó de la primigenia nube de polvo, los elementos químicos y los compuestos que la formaban se separaron en capas: los materiales más densos se fueron hacia el centro de la Tierra y los más ligeros flotaron por arriba, como la capa de aceite de que flota sobre el agua más densa.

En 1952 el geofísico norteamericano Francis Birch expuso una descripción de la estructura general de nuestro planeta la cual ha sido modificada de manera muy ligera desde entonces. El interior del planeta está caliente, pero la presión allí es también muy alta: las condiciones más extremas ocurren en el centro donde la temperatura es de 6.000°C y la presión es 3 millones de veces la presión atmosférica. El calor tiende a derretir las rocas y los metales, pero la presión tiende a solidificarlos, de modo que la combinación de estos dos factores conflictivos es lo que determina si los materiales son líquidos o sólidos. El centro de la Tierra es un núcleo grumoso casi esférico, principalmente de hierro, con un radio de unas 2.200 millas (3.500 km). Las regiones más internas del núcleo, en un radio de 600 millas (1.000 km), son sólidas, pero una gruesa capa exterior está derretida. Las capas más exteriores de la Tierra forman una piel delgada, la corteza, la cual es de solamente unas pocas millas de espesor. Entre la corteza y el núcleo está el manto, el cual es sólido, formado por una variedad de rocas de silicatos. El manto también se divide en una capa interna y en una externa, cuya división está en un radio de 3.600 millas (5.800 km). Por encima de esta 'zona de transición' las rocas principales son olivina, piroxina y granate; por debajo, sus estructuras cristalinas se vuelven más compactas formando minerales como la perovskita. Las partes más

externas del manto, y las más profundas de la corteza, donde ambas se unen, están otra vez derretidas.

La corteza tiene un espesor de entre 3 y 12 millas (5 a 20 km), y hay mucho lo que sucede allí. Las partes de la corteza que forman las masas de tierra continental están principalmente hechas de granito. Debajo de los océanos, la capa de corteza es predominantemente basáltica, y estas capas de basalto continúan por debajo del granito continental. De modo que los continentes son placas amplias y delgadas de granito pegadas sobre una piel de basalto. De la superficie terrestre los rasgos más evidentes de las capas de granito son las montañas. La más alta nos parece enorme, pero no se levanta más de 5 millas (9 km) por encima del nivel del mar, apenas un 0.7 por ciento del radio de la Tierra. La parte más profunda del océano, la Fosa de las Marianas en el Pacífico del noroeste, llega a 7 millas (11 km) por debajo de las olas. Toda esa desviación de una esfera ideal (estrictamente esferoide por el aplastamiento de los polos) es un 0.3 por ciento -tan irregular como las asperezas que tiene una pelota de básquetbol para darle adherencia. Nuestro planeta natal, ligeramente aplastado o abultado, es notablemente redondo y sorprendentemente suave. La gravedad lo hace así -excepto esos pequeños e interesantes movimientos del manto y la corteza que le agregan algunas arrugas.

¿Cómo sabemos todo esto? Principalmente por los terremotos. Cuando llega un terremoto, toda la tierra suena como una campana golpeada por un martillo. Las ondas de choque, o vibraciones emitidas por el terremoto, viajan a través de la Tierra. Son desviadas por zonas de transición entre las diferentes clases de materiales, como esa entre el núcleo y el manto, o entre el manto superior y el inferior. Rebotan contra la corteza terrestre y se lanzan hacia adentro otra vez. Hay varias clases de ondas, y viajan con velocidades diferentes. De modo que el choque agudo de un terremoto produce un patrón muy complejo de ondas. Cuando las ondas golpean la superficie pueden ser detectadas y grabadas, y los registros realizados en diferentes lugares pueden ser comparados. Trabajando hacia atrás desde estas señales grabadas es posible deducir una cierta cantidad de información sobre la geografía por debajo de nuestro planeta.

* * *

Una consecuencia de la estructura interna de la Tierra es un campo magnético. Una aguja de brújula señala groseramente el norte. La mentira-estándar es que la Tierra es un magneto gigante. Desarrollamos la

siguiente capa de explicaciones.

El campo magnético de la Tierra ha sido por largo tiempo un acertijo, ya que pocos imanes son sacados de rocas, pero una vez que se tiene en cuenta que la Tierra tiene un descomunal trozo de hierro adentro, todo tiene más sentido. El hierro no forma un magneto 'permanente', como los que inexplicablemente se compran para fijar cerditos de plástico y ositos a la puerta del refrigerador; es más como una dínamo. De hecho es denominado dínamo geomagnética. El hierro en el núcleo está, como hemos dicho, mayormente derretido, excepto por un trozo ligeramente sólido en el centro. La parte líquida aún se está calentando -la vieja explicación de esto era que los elementos radioactivos son más densos que la mayor parte del resto de la Tierra, y que por lo tanto se hundían en el medio donde quedaban atrapados, y su energía radioactiva se mostraba como calor. La teoría actual es bastante diferente: la parte derretida del núcleo se está calentando porque la parte sólida se está enfriando. El hierro líquido que está en contacto con el núcleo sólido está también solidificándose lentamente, y cuando lo hace libera calor. Ese calor se tiene que ir a algún lugar, y no puede desaparecer sin ser notado porque está a miles de millas dentro de la tierra. Entonces se va hacia la parte derretida del núcleo y lo calienta.

Probablemente se esté preguntando cómo es que la parte que está en contacto con el núcleo sólido puede, simultáneamente, estar enfriándose, y por ello solidificándose, y calentándose como resultado de esa solidificación, pero lo que sucede es que el hierro caliente se retira apenas ha sido calentado. Para una analogía, piense en un globo de aire caliente. Cuando se calienta el aire, se levanta: la razón es que el aire se expande cuando se calienta, entonces se vuelve menos denso, y las cosas menos densas flotan por arriba de las más densas. Un globo atrapa el aire caliente en una enorme bolsa de tela, habitualmente coloreada vivamente y blasonada con avisos de bancos y agencias estatales, y flota hacia arriba con el aire. El hierro caliente se eleva, como el aire caliente, y eso pone al hierro recientemente calentado lejos del núcleo sólido. Sube, enfriándose lentamente mientras lo hace, y cuando llega hasta arriba, baja -comparativamente hablando- y comienza a hundirse otra vez. El resultado es que el núcleo de la Tierra circula arriba y abajo, calentándose en el fondo y enfriándose en la cima. No puede subir todo al mismo tiempo, entonces en algunas regiones está subiendo y en otras bajando. Esta clase de circulación generada por el calor se denomina convección.

De acuerdo con los físicos, un fluido en movimiento puede desarrollar un campo magnético siempre que se logren tres condiciones. Primera, que el

fluido debe ser conductor de electricidad -lo que el hierro puede hacer bien. Segunda, que tiene que haber un diminuto campo magnético con que comenzar -y hay buenas razones para suponer que la Tierra tenía un poco de magnetismo personal, aún muy temprano. Tercera, algo tiene que retorcer el fluido, distorsionando el campo magnético inicial -y para la Tierra esta torsión sucede por medio de las fuerzas de Coriolis, que son como fuerzas centrífugas pero un poco más sutiles, causadas por la rotación de la Tierra sobre su eje. Hablando aproximadamente, la torsión enrolla el débil campo magnético original como en un tenedor; entonces el magnetismo burbujea, atrapado en las surgentes partes del núcleo de hierro. Como resultado de estos movimientos, el campo magnético se vuelve mucho más fuerte.

De modo que, sí, la Tierra se comporta un poco como si tuviera una enorme barra de imán enterrada dentro, pero hay mucho más que eso. Sólo para pintar la figura con un poco más de detalles, hay al menos otros siete factores que contribuyen al campo magnético de la Tierra. Algunos de los materiales de la corteza terrestre pueden formar imanes permanentes. Como una aguja de brújula que apunta al norte, estos materiales se alinean con el campo más fuerte de la dínamo geomagnética y lo refuerzan. En las regiones superiores de la atmósfera está la capa de gas ionizado -gas que contiene carga eléctrica. Hasta que se inventaron los satélites, esta 'ionosfera' fue crucial para las comunicaciones de radio, porque las ondas de radio rebotan en el gas cargado en lugar de lanzarse hacia el espacio. La ionosfera se mueve, y la electricidad que se mueve crea un campo magnético. A unas 15.000 millas (24.000 km) de la superficie está el actual anillo, una región de baja densidad de partículas ionizadas formando un enorme toro. Esto reduce ligeramente el campo magnético. Los siguientes dos factores, la magneto-pausa y la magneto-cola, son creados por la interacción entre el campo magnético terrestre y el viento solar -una corriente continua de partículas que salen de nuestro sol hiperactivo. La magneto-pausa es la 'inclinación de onda' del campo magnético terrestre mientras apunta dentro del viento solar; la magneto-cola es la 'estela' en el extremo alejado de la Tierra, donde el propio campo se extiende hacia afuera, frenada frecuentemente por el viento solar. El viento solar causa también un arrastre a lo largo de la dirección de la órbita terrestre, creando movimientos adicionales de las líneas del campo magnético conocidas como corrientes de campo alineadas. Las 'luces del norte', o auroras boreales, son capas dramáticas y misteriosas de luz pálida que flotan y relucen en el cielo del polo norte: hay una muestra similar, la aurora australis, cerca del polo

sur. Las auroras están generadas por dos capas de corrientes eléctricas que fluyen desde la magneto-pausa hasta la magneto-cola; a su vez, éstas crean campos magnéticos, los electro-chorros este y oeste.

Sí, *como* una barra magnética -en el mismo sentido que un océano es un cuenco de agua.

Los materiales magnéticos encontrados en rocas antiguas muestran que muy frecuentemente -cerca de cada medio millón de años, pero sin señales de regularidad- el campo magnético terrestre cambia de polaridad, invirtiendo el polo norte por el sur. No estamos seguros por qué, pero los modelos matemáticos sugieren que el campo magnético puede existir en estas dos orientaciones, sin que ninguno sea totalmente estable. De modo que cualquiera sea el actuante, eventualmente pierde estabilidad y se cambia por el otro. Los cambios son rápidos, tomándole unos 5.000 años; los periodos entre cambios son cien veces ese tiempo.

La mayor parte de los otros planetas tienen campos magnéticos, y estos pueden ser aún más complicados y difíciles de explicar que el de la Tierra. Todavía tenemos mucho que aprender acerca del magnetismo planetario.

Uno de los rasgos más dramáticos de nuestro planeta fue descubierto en 1912 pero no fue aceptado por la ciencia hasta los 60, y algunas de las evidencias más convincentes fueron dejadas por esos cambios en el magnetismo terrestre. Es la idea de que los continentes no están fijos en su lugar, sino que se deslizan lentamente sobre la superficie del planeta. De acuerdo con Alfred Wegener, el alemán que publicó primero la idea, todos los continentes separados de hoy eran parte originalmente de un solo supercontinente, al que llamó Pangea ('Toda la Tierra'). La Pangea existió hace unos 300 millones de años.

Con seguridad, Wegener no fue la primera persona en reflexionar en esa dirección, porque él tomó la idea -al menos en parte- de la curiosa similitud entre las formas de las costas de África y Sudamérica. En un mapa, el parecido es asombroso. De todos modos, esa no fue la única fuente de inspiración de Wegener. No era un geólogo; era un meteorólogo especializado en climas antiguos. ¿Por qué, se preguntó, actualmente encontramos rocas en regiones de climas fríos que están claramente originadas en regiones de climas cálidos? ¿Y por qué, en realidad, actualmente encontramos rocas en regiones con climas cálidos que están claramente originadas en regiones con climas fríos? Por ejemplo, los restos de antiguos glaciares de 420 millones de años de edad aún se pueden ver en el desierto del Sahara, y helechos fósiles son encontrados en la Antártida.

Algo bastante más que lo que cualquiera podía pensar que el clima debía haber cambiado: Wegener estaba convencido de que el clima había permanecido sin cambio, antes o después de la era glaciaria, y que los continentes habían cambiado. Tal vez se habían separado por la convección del manto -no estaba seguro.

Fue considerada una idea loca: no estaba sugerida por un geólogo e ignoraba toda clase de evidencia inconveniente, y el presunto ajuste entre Sudamérica y África no era tan bueno después de todo, y -para colmo de todo- no había mecanismos concebibles para ese transporte de continentes. Por cierto no era convección, la que era demasiado débil. La Gran A'Tuin puede arrastrar un planeta sobre su lomo, pero eso es fantasía: en el mundo real, parecía no haber un modo concebible de que suceda.

Usamos la palabra 'concebible' porque una cantidad de científicos muy brillantes y reputados se ocupó en cometer uno de los peores y más comunes errores. Estaban confundiendo 'No puedo ver el modo en que esto sucede' con 'No *hay* modo de que suceda'. Uno de ellos, nos duele admitirlo, era un matemático, y uno brillante, pero cuando sus cálculos le dijeron que el manto de la Tierra no podía soportar fuerzas de la magnitud necesaria para mover los continentes, no se le ocurrió que las teorías sobre las que basaba los cálculos podían estar equivocadas. Su nombre era sir Harold Jeffreys, y realmente debió ser más imaginativo, porque no eran solamente las formas de la tierra de ambos lados del océano lo que encajaba. La geología también encajaba, y también los registros fósiles. Está por ejemplo la bestia fósil llamada *Mesosaurus*. Vivía hace 270 millones de años, y se encuentra solamente en Sudamérica y en África. No pudo haber nadado en el Atlántico, pero pudo haber evolucionado en la Pangea y dispersado en ambos continentes antes de que se separaran.

De todos modos, en los 60 las ideas de Wegener se volvieron ortodoxas y la teoría de la 'deriva de los continentes' fue establecida -aunque el antiguo súper-continente fue renombrado como Gondwanaland porque difería de alguna manera con la concepción Wegener de Pangea. En un encuentro de destacados geólogos, un joven parecido a Caviloso Stibbons llamado Edward Bullard y dos colegas lograron la ayuda de una nueva pieza de equipo llamada computadora. Dieron instrucciones a la máquina para encontrar el mejor encaje entre África y Sudamérica, y Norteamérica, y Europa, permitiendo alguna fisura pero no demasiado. En lugar de utilizar la línea costera actual, lo cual nunca fue una idea sensata pero permitía declarar que el ajuste no era realmente muy bueno, utilizaron el contorno

correspondiente a una profundidad de 3.200 pies (1.000 metros) por debajo del agua, cuya forma era posible que no hubiera sido cambiada por la erosión. El encaje *fue* bueno, y la geología a través de la junta coincidía asombrosamente bien. Y aunque la gente en la conferencia quedó tan dividida en opiniones como cuando entraron, de alguna manera la deriva de los continentes había sido consensuada.

Hoy tenemos mucha más evidencia, y una idea aproximada del mecanismo. Abajo, en el medio del océano Atlántico, y en algún lugar de los otros océanos, corre una dorsal -más o menos de norte a sur y cerca del medio entre Sudamérica y África. El material volcánico surge a lo largo de la dorsal y se desparrama a los lados. Se ha estado desparramando por 200 millones de años, y todavía lo hace: podemos aún enviar submarinos de profundidad a mirar. No se desparrama a velocidad que pueda apreciar el ojo humano -América se mueve a razón de tres cuartos de pulgada (2 cm) por año alejándose de África, más o menos la velocidad de crecimiento de las uñas -pero los instrumentos de hoy pueden medir fácilmente tal cambio.

La evidencia más asombrosa de la deriva de los continentes es magnética: las rocas de cada lado tienen un curioso patrón de líneas magnéticas, que revierten polaridad de norte a sur y en reversa, y ese patrón es *simétrico* a cada lado de la dorsal -haciendo claro que las líneas se congelaron en ese lugar mientras las rocas se enfriaban en el campo magnético terrestre. Cuando la dínamo terrestre cambia de polaridad, y lo hace de tiempo en tiempo, la roca inmediatamente adyacente a la línea de dorsal, de ambos lados, adquieren esa nueva polaridad. Como entonces las rocas se separan, toman el mismo patrón de líneas con ellas.

La superficie de la Tierra no es una esfera sólida. Los continentes y océanos flotan sobre platos enormes y esencialmente sólidos, y esos platos pueden ser arrastrados por el magma surgente. (Oh, pero mayormente por la convección en el manto. Jeffreys no sabía lo que ahora sabemos acerca de cómo se mueve el manto). Hay cerca de una docena de platos, que tienen desde 600 millas (1.000 km) de ancho hasta 6.000 millas (10.000 km), y se tuercen y giran. Cuando los bordes de un plato frotan los de otro, clavando y deslizando y clavando y deslizando, se tienen montones de terremotos y volcanes. Especialmente a lo largo de la 'dorsal del Pacífico', el borde del Océano Pacífico a lo largo de la costa oeste de Chile, Centro América, los Estados Unidos, a lo largo de Japón, y hasta Nueva Zelanda, lo cual es todo el borde de un solo plato gigantesco. Donde los bordes del plato colisionan se tienen cadenas de montañas: un plato se mete debajo de otro, levantándolo y rompiendo y plegando sus bordes. Alguna vez, India no era

parte del continente asiático, pero se incrustó contra él, creando la mayor cadena de montañas del mundo, los Himalayas. India aún no se ha detenido, y los Himalayas aún están siendo empujados hacia arriba por la fuerza del impacto.

DIECISIETE

TRAJE DE HECHIZOS

UNA FIGURA ESTABA SIENDO ARRASTRADA DE LOS BRAZOS a lo largo de los corredores temprano por la mañana, rodeada por los hechiceros mayores. Vestía una bata de dormir, blanca y larga, y un gorro de noche con la palabra 'Hechicero' bordada, de manera poco prolija, sobre él. Era el miembro menos calificado pero el más viajado, habitualmente de regreso de algo. Y estaba en problemas.

—Esto no lastimará ni un poco —dijo el Discutidor Mayor.

—Está en tu propia calle —dijo el Profesor en Runas Recientes.

—Está sobre un tronco y en tu rostro —explicó el Decano.

—Eso no es lo que dijo HEX, ¿verdad? —dijo el Discutidor Mayor, mientras la adormilada figura era empujada para dar vuelta en una esquina.

—Muy parecido, pero lo que HEX dijo tenía menos sentido —dijo el Decano.

Se apresuraron a través del césped y entraron por las puertas del edificio de Magia de Alta Energía.

Necesitoron Ridículo terminó de llenar su pipa y frotó un fósforo contra el domo del Proyecto. Entonces se volvió, y sonrió.

—Ah, Rincewind —dijo—. Es bueno que hayas venido.

—Me arrastraron, señor.

—Bien hecho. Y tengo buenas noticias. Intento designarte como Egregio Profesor de Geografía Cruel y Desusada. El puesto está vacante.

Rincewind miró más allá de él. En el extremo alejado de la habitación algunos de los jóvenes hechiceros estaban trabajando en un acto de magia que hacía difícil de ver exactamente en qué estaban trabajando, pero parecía algo como... alguna clase de esqueleto.

—Oh —dijo—. Er... pero estoy muy feliz como ayudante de bibliotecario. Me estoy poniendo realmente experto en pelar bananas.

—Pero el nuevo puesto te ofrece habitación, comida y todo el lavado hecho —dijo el ArchiCanciller.

—Pero ya tengo eso, señor.

Ridículo chupó lentamente su pipa y lanzó una nube de humo azul.

—Hasta ahora —dijo.

—Oh. Ya veo. Y están a punto de enviarme a algún lugar realmente peligroso, ¿sí?

Ridículo sonrió.

—¿Cómo *has* adivinado?

—No fue una adivinación.

Afortunadamente, el Decano había estado prevenido y sujetaba la camisa de dormir de Rincewind, de modo que estaba listo. Las zapatillas del hechicero patinaron sin objeto sobre las baldosas del piso mientras trataba de llegar a la puerta.

—Es mejor que le dejes correr un poco —dijo el Discutidor Mayor—. Es una reacción nerviosa.

—Y lo mejor es que —dijo Ridículo a la espalda de Rincewind—, aunque estemos enviándote a un lugar de inmenso peligro donde ninguna cosa viviente podría sobrevivir, tú no, y para decirlo en pocas palabras, *estarás* realmente allí. ¿No es eso bueno?

Rincewind dudó.

—¿En cuántas palabras?

—Será como estar en... una historia —dijo el ArchiCanciller—. O... o en un sueño, tal como lo entiendo. ¡Señor Stibbons! ¡Ven y explica!

—Oh, hola, Rincewind —dijo Caviloso, saliendo de la niebla y secándose las manos en un trapo—. ¡HEX ha unido doce hechizos para esto! ¡Es una asombrosa pieza de ingeniería taumatúrgica! ¡Vengan y vean!

Hay criaturas que han evolucionado para vivir en arrecifes de coral y simplemente no pueden sobrevivir en el fondo lleno de dientes del mar abierto. Continúan existiendo al esconderse entre los peligrosos tentáculos de una medusa de mar, alrededor de los labios de la almeja gigante y otras grietas peligrosas a salvo de todos los peces sensatos.

Una universidad es como un arrecife de coral. Provee aguas tranquilas y partículas de alimento para organismos maravillosamente contruidos que posiblemente no podrían sobrevivir en la agotadora ola de la realidad, donde las personas hacen preguntas como '¿Tiene alguna utilidad lo que usted hace?' y otras tonterías.

De hecho y en su asociación con UU, Rincewind había sobrevivido a peligros que podrían haber desnudado a un héroe hasta los huesos, pero él nunca creyó, a pesar de toda la evidencia en contrario, que estuviera a salvo en la universidad. Haría cualquier cosa para quedarse en la universidad. Haría cualquier cosa para quedarse en la lista de salarios.

En ese momento eso involucraba mirar una especie de armadura esquelética hecha de humo mientras Caviloso Stibbons parloteaba palabras

incomprensibles en su oído. Tanto como pudo comprender, la cosa ponía todos los sentidos en algún lugar mientras el cuerpo quedaba aquí. Eso sonaba bastante aceptable, ya que siempre le había parecido a Rincewind que si tienes que ir a algún lugar sería mejor quedarse en casa mientras lo haces, pero las personas parecían un poco confusas acerca de dónde encajaba el *dolor*.

—Te enviaremos -o sea, a tus sentidos- hacia algún lugar —dijo Ridículo.

—¿A dónde? —dijo Rincewind.

—A un lugar asombroso —dijo Caviloso—. Queremos que nos digas lo que ves. Y entonces te traeremos de regreso.

—¿En qué punto las cosas se pondrán feas? —dijo Rincewind.

—No es posible que nada se ponga feo.

—Oh —Rincewind suspiró. No había forma de discutir con una afirmación como esa—. ¿Puedo tomar el desayuno primero?

—Por supuesto, querido amigo —dijo Ridículo, palmeándole la espalda—. ¡Toma una abundante comida!

—Sí, pensé que ese era el caso, probablemente —dijo Rincewind, abatido.

Cuando se hubo ido, con la escolta del Decano y un par de porteros del colegio, los hechiceros se reunieron alrededor del Proyecto.

—Hemos encontrado un 'sol' grande que es adecuado —dijo Caviloso, cuidando de anunciar las comillas—. Ahora estamos moviendo el mundo.

—Una idea muy sospechosa, ésta —dijo el ArchiCanciller—. Los soles giran alrededor. Vemos que sucede todos los días. No es una especie de ilusión óptica. Es algo como una casa de naipes lo que estamos construyendo aquí.

—Es el único disponible, señor.

—Quiero decir, las cosas caen porque son pesadas, ¿sí? La cosa que hace que se caigan porque son pesadas es, de hecho, el hecho de que son pesadas. 'Pesada' significa inclinada a caer. Y, mientras me pueden llamar señor Tonto...

—Oh, yo no haría eso, señor —dijo Caviloso, contento de que Ridículo no pudiera ver su rostro.

—... de alguna manera siento que un trozo de roca flotando alrededor de una bola de hierro al rojo no debería ser pensada como 'suelo sólido'.

—Creo, señor, que este universo tiene una buena porción de reglas que toman el lugar del narrativium —dijo Caviloso—. Es... una especie... de copia de nosotros como usted apuntó tan perspicazmente el otro día. Está

haciendo la única clase de sol que puede funcionar en él, y los únicos mundos que pueden existir si no se tiene el quelonium.

—Aún así... dar vueltas *alrededor* de un sol... es la clase de cosas que los predicadores Omnianos solían enseñarnos, ya sabe. La humanidad es tan insignificante que podemos flotar alrededor de una mota, y toda esa basura supersticiosa. ¿Sabe que solían perseguir a las personas por decir que la tortuga existía? Y cualquier tonto puede *ver* que sí existe.

—Sí, señor. Ciertamente existe.

Había problemas, por supuesto.

—¿Estás seguro de que es la clase de sol correcta? —dijo Ridículo.

—Le dije a HEX que encontrara uno que sea 'bueno y amarillo, bueno y pálido, y que no parezca que fuera a explotar', señor —dijo Caviloso—. Parece ser un buen promedio para este universo.

—Aún así... diez millones de millas... es una distancia enorme para nuestro mundo.

—Sí, señor. Pero probamos con algunos mundos experimentales más cerca y se caen, y lo intentamos con uno más alejado y está tostado como una galleta, y hay uno... bueno, es un poco una axila, realmente. Los estudiantes han estado bien al hacerlos de diferentes clases. Er... los llamamos planetas.

—Un planeta, Stibbons, es un trozo de roca de apenas unos cientos de yardas de ancho que le da al cielo nocturno un poco de, oh, no lo sé, qué palabra es, un poco de *je ne sais quoi*...

—Esos van a funcionar, señor, y tenemos un montón. Como le dije, señor, nos hemos puesto de acuerdo con su teoría de que, dentro del Proyecto, la materia está tratando de hacer por sí misma todo lo que en el mundo real es hecho a propósito, probablemente expresado vía *narrativium*.

—¿Esa fue mi teoría? —dijo Ridículo.

—Oh, sí, señor —dijo Caviloso, quien estaba aprendiendo los particulares trucos de supervivencia del arrecife académico.

—Me suena como una parodia, pero me atrevo a decir que entenderé la broma con el tiempo. Ah, acá viene nuestro explorador. Buen día, Profesor —dijo Ridículo—. ¿Estás listo?

—No —dijo Rincewind.

—Es muy simple —dijo Caviloso, conduciendo al remiso viajero a través del piso—. Puedes pensar en este conjunto de hechizos como un traje de armadura muy pero muy bueno. Las cosas parpadearán, y entonces estarás... en algún otro lugar. Excepto que realmente estarás *aquí*, ¿lo ves?

Pero todo lo que veas estará en algún otro lugar. Nada, absolutamente nada, te lastimará porque HEX quitará todas las sensaciones extremas y simplemente recibirás una analogía suave de ellas. Si está helando, sentirás apenas frío, si está hirviendo, sentirás algo de calor. Si cae una montaña sobre ti, será como un pequeño golpe. El tiempo donde estás yendo se mueve muy rápido, pero HEX lo puede retardar mientras estás allí. HEX dice que puede ejercer pequeñas cantidades de fuerza dentro del Proyecto de modo que serás capaz de levantar pesos muy grandes. Pero esto no será necesario porque todo lo que queremos es que comiences... Profesor... es que nos digas lo que ves.

Rincewind miró el traje. Estaba apagado e insustancial, para ser hecho principalmente de hechizos bajo el control de HEX. La luz se reflejaba en él de manera extraña. El yelmo era demasiado grande y cubría completamente el rostro.

—Tengo tres... no, cuatro... no, *cinco* preguntas —dijo.

—¿Sí?

—¿Puedo renunciar?

—No.

—¿Tengo que entender todas las cosas que me dijiste?

—No.

—¿Hay monstruos donde me van a enviar?

—No.

—¿Estás seguro?

—Sí.

—¿Estás completamente seguro sobre eso?

—Sí.

—He pensado otra pregunta —dijo Rincewind.

—Dispárala.

—¿Estás realmente seguro?

—¡Sí! —soltó Caviloso—. Y aún si hubiera algún monstruo, no importaría.

—Me importaría a mí.

—¡No, no te importará! ¡Te lo he explicado! Si alguna enorme bestia llena de dientes viniera galopando hacia ti, no tendría efecto sobre ti para nada.

—¿Otra pregunta?

—¿Sí?

—¿Hay baño en el traje?

—No.

—Porque lo habrá si una enorme bestia llena de dientes viene galopando hacia mí.

—En ese caso, solamente di la palabra y podrás regresar y utilizar el privado junto al salón —dijo Caviloso—. Ahora, deja de preocuparte, por favor. Estos caballeros te ayudarán a, er, insertarte dentro de la cosa, y comenzaremos...

El ArchiCanciller dio unas vueltas mientras el remiso profesor era envuelto en la cosa brillante de no-exactamente-allí.

—Un pensamiento me viene, Caviloso —dijo.

—¿Sí, señor?

—Supongo que no hay posibilidad de que *haya* vida en algún lugar del Proyecto.

Caviloso le miró en franco asombro.

—¡Absolutamente *no*, señor! No puede suceder. La materia simple está obedeciendo una pocas reglas raras. Eso es probablemente suficiente para obtener cosas... girando y explotando y eso, pero no hay posibilidad de que pudieran causar algo tan complejo como...

—¿El Tesorero, por ejemplo?

—Ni aún el Tesorero, señor.

—Aunque él no es muy complicado. Si tan solo pudiéramos encontrar un loro que fuera bueno con las sumas, podríamos pensionar al viejo tipo.

—No, señor. No hay nada como el Tesorero. Ni siquiera una hormiga o una brizna de pasto. Podría también tratar de afinar un piano tirándole rocas. La vida no aparece de ningún lugar, señor. La vida es mucho más que sólo rocas moviéndose en círculo. Lo que no haremos será caer en monstruos.

Dos minutos más tarde Rincewind parpadeó y cuando abrió los ojos estaba en otro lugar. Había una bruma rojiza delante, y se sintió bastante caliente.

—No creo que esté funcionando —dijo.

—Deberías estar viendo un paisaje —dijo Caviloso en su oído.

—Está todo rojo.

Se escuchó el sonido de un susurro distante. Entonces la voz dijo:

—Lo siento. No tuvimos buena puntería. Espera un momento y pronto te sacaremos de ese respiradero volcánico.

En el MAE, Caviloso se quitó el auricular del oído. Los otros hechiceros lo escucharon zumbir, como si un insecto enojado estuviera atrapado dentro.

—Curioso lenguaje —dijo en suave sorpresa—, bueno, levantémoslo un poco y dejemos que el tiempo corra un poco...

Se puso el auricular en el oído y escuchó.

—Dice que está lloviendo a cántaros —anunció.

DIECIOCHO

AIRE Y AGUA

ES CIERTAMENTE UNA SORPRESA que las rígidas reglas de la física permitan algo tan flexible como la vida, y los hechiceros apenas pueden ser culpados por no haber anticipado la posibilidad de que criaturas vivientes pudieran comenzar a existir sobre las estériles rocas de Mundoglobo. Pero Aquí Abajo no es tan diferente de Allí Arriba como parece. Aunque antes de que podamos hablar de vida, necesitamos ponernos de acuerdo en unos aspectos más de nuestro planeta natal: atmósfera y océanos. Sin ellos, no podría haber surgido vida como la conocemos; sin la vida que conocemos, nuestros océanos y nuestra atmósfera serían bastante diferentes. La historia de la atmósfera terrestre está íntimamente entrelazada con la de los océanos. Los océanos pueden ser vistos razonablemente sólo como una capa de la atmósfera, más húmeda y más densa. Los océanos y la atmósfera evolucionaron juntos, ejerciendo fuertes influencias el uno sobre la otra -y viceversa-, y aún hoy un fenómeno tan 'obviamente' atmosférico que el clima resulta estar estrechamente relacionado con lo que sucede en los océanos. Uno de los avances más recientes en la predicción del clima ha sido incorporar la capacidad de los océanos de absorber, transportar, y soltar calor y humedad. Hasta cierto punto, la misma cuestión puede ser acotada con respecto a las regiones sólidas de la Tierra, las que también evolucionaron con el aire y los mares, y que también interactúa con ellos. Pero el enlace entre océanos y atmósfera es más fuerte.

La Tierra y su atmósfera se condensaron juntas de la primigenia nube de gases que dio surgimiento al Sol y al sistema solar. Como regla general, los materiales más densos se hundieron hasta el fondo de la materia en condensación que ahora habitamos, y los más livianos flotaron encima. Por supuesto, había además, y aún hay, un montón de cosas que sucedían, de modo que la Tierra no es sólo una serie de capas concéntricas de materia más y más liviana, pero la distribución general de sólidos, líquidos y gases tiene sentido si se piensa de esa manera. Y entonces, a medida que las rocas derretidas de la Tierra comenzaban a enfriarse y solidificarse, el planeta naciente se encontró a sí mismo envuelto en una atmósfera primordial.

Casi con certeza, era muy diferente a la atmósfera de hoy, la que es una mezcla de gases, siendo los principales el nitrógeno, oxígeno y el gas inerte argón, y los compuestos dióxido de carbono y agua (en la forma de vapor). La atmósfera primordial también difería considerablemente de la nube de gases de la cual fue condensada -no era una muestra representativa de lo que había allí. Hay varias razones para esto. Una es que un planeta sólido y una nube de gases retienen diferentes gases. Otra es que un planeta sólido puede generar gases, por química o por reacciones nucleares, o por otros procesos físicos, los que pueden escapar desde su interior hacia su atmósfera.

La primera nube de gases era rica en hidrógeno y helio, los elementos más livianos. La velocidad a que se mueve una molécula se vuelve más lenta mientras la molécula se pone más pesada -una molécula con cien veces la masa se mueve a un décimo de velocidad. Cualquier cosa que se mueva más rápido que la velocidad de escape de la Tierra, unas 7 millas por segundo (11 km/s), supera la gravedad del planeta y desaparece en el espacio. Las moléculas en la atmósfera cuyo peso molecular -lo que se obtiene sumando el peso atómico de los átomos componentes- es menor que 10 deberán por eso desaparecer en el vacío. El hidrógeno tiene un peso molecular de 2, el helio de 4, de modo que no se espera que ninguno de estos gases abundantes anden por acá. Las moléculas más abundantes en la primera nube de gases con peso molecular mayor a 10 son el metano, amoníaco, agua y neón. Eso es similar a lo que encontramos ahora en los gigantes gaseosos Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno -excepto que ellos son más masivos, de modo que tienen una velocidad de escape mayor, y pueden retener gases más livianos como el hidrógeno y el helio también. Podemos estar seguros de que la Tierra de hace 4 billones de años tenía una atmósfera de metano-amoníaco, porque no conocemos cómo condensó la nube de gases primera, pero está claro que si la antigua Tierra alguna vez tuvo tal atmósfera, la ha perdido toda. Hoy tiene un poco de metano y amoníaco, y lo que hay es de origen biológico.

Poco tiempo después que la Tierra se formara la atmósfera contenía muy poco oxígeno. Hace unos 2 billones de años la proporción de oxígeno de la atmósfera subió hasta el 5%. La causa más probable de este cambio - aunque tal vez no la única- fue la evolución de la fotosíntesis. En alguna etapa, probablemente alrededor de 2 billones de años a la fecha, las bacterias en el océano desarrollaron el truco de utilizar la energía de la luz del sol para convertir el agua y el carbono en azúcar y oxígeno. Las plantas de hoy utilizan el mismo truco, y utilizan las mismas moléculas que las

bacterias primeras: la clorofila. Los animales procedieron en una dirección bastante opuesta: utilizaron el oxígeno para quemar comida, produciendo dióxido de carbono en lugar de utilizarlo. Esas bacterias tempranas y 'fotosintetizadoras' usaban el azúcar como energía, y se multiplicaron rápidamente, pero para ellas el oxígeno era una especie de basura tóxica, la cual subía burbujeando hacia la atmósfera. El nivel de oxígeno se mantuvo más o menos constante hasta hace unos 600 millones de años, cuando creció rápidamente al actual nivel del 21%.

La cantidad de oxígeno en la atmósfera de hoy es mucho mayor que la que podía ser sustentada sin la influencia de las criaturas vivientes, las que no solamente producen oxígeno en grandes cantidades sino que lo utilizan, en particular combinado como dióxido de carbono. Es asombroso cuán fuera de equilibrio está la atmósfera, comparado a lo que sucedería si la vida fuera quitada de repente y solamente pudieran actuar la química inorgánica. La cantidad de oxígeno en la atmósfera es dinámica -puede cambiar en una escala de tiempo que para los estándares geológicos es extremadamente rápida, una cuestión de siglos en lugar de millones de años. Por ejemplo, si ocurriera algún desastre que matara todas las plantas pero que dejara todos los animales, entonces la proporción de oxígeno se reduciría a la *mitad* en unos 500 años, a nivel de las cumbres de los Andes hoy. Lo mismo sirve para el escenario de 'viento nuclear' introducido por Carl Sagan, en el cual nubes de polvo lanzadas dentro de la atmósfera por una guerra nuclear detendría la mayor parte de la luz solar antes de llegar al suelo. En este caso, las plantas pueden aún procurarse alguna clase de existencia, pero no fotosintetizan: aunque ellas utilizan oxígeno, lo mismo que los microorganismos que destruyen las plantas muertas.

El mismo efecto de pantalla podría suceder si hubiera una cantidad no habitual de volcanes activos, o que un gran meteorito o cometa chocara contra la Tierra. Cuando el cometa Shoemaker-Levy 9 chocó contra Júpiter en 1994²⁷, el impacto fue equivalente a medio millón de bombas de hidrógeno.

El 'balance' de entradas y salidas de oxígeno, y el presupuesto asociado pero diferente para el carbono, aún no está entendido. Es una cuestión enormemente importante porque es el trasfondo vital para el debate acerca del calentamiento global. Las actividades humanas, como las plantas de energía eléctrica, la industria, el uso de coches, o simplemente esa ocupación habitual de respirar mientras se vive, generan dióxido de carbono. El dióxido de carbono es un 'gas de invernadero' que atrapa la luz solar

²⁷ Según datos de la Enciclopedia Encarta, el año fue 1992 (Nota del traductor)

entrante como el vidrio de un invernadero. De modo que si producimos demasiado dióxido de carbono, el planeta se calentará. Esto tendría consecuencias indeseables, que van desde inundaciones en regiones bajas como Bangladesh hasta grandes cambios en la distribución geográfica de los insectos, lo que podría causar serio daño en los cultivos. La cuestión es: estas actividades humanas, ¿incrementan el dióxido de carbono realmente, o el planeta lo compensa de alguna manera? La respuesta hace la diferencia entre imponer mayores restricciones a cómo las personas en países en desarrollo (y desarrollándose) viven sus vidas, o permitirles continuar su actual camino. El actual consenso es que hay señales claras aunque sutiles de que la actividad humana incrementa los niveles de dióxido de carbono, lo que explica por qué importantes tratados internacionales han sido firmados para reducir la producción de dióxido de carbono. (Realmente tomar la acción, más que prometer hacerla, puede probar que es un asunto completamente diferente)

Las dificultades involucradas en estar seguros son varias. No tenemos buenos registros de los niveles de dióxido de carbono en el pasado, de modo que carecemos de un buen 'punto de referencia' sobre el que valorar los niveles actuales -aunque comenzamos a tener una imagen clara gracias a los núcleos de hielo extraídos del Ártico y de la Antártida, los que contienen muestras de antiguas atmósferas. Si el 'calentamiento global' está bajando, necesita no mostrarse como un incremento de la temperatura, de todos modos (entonces el nombre es un poco tonto). Lo que se muestra es una perturbación climática. Ya que los seis veranos británicos más calientes del siglo sucedieron en los 90, podemos simplemente concluir que 'se está poniendo más caliente', y que por lo tanto ese calentamiento global es un hecho. El clima global varía locamente -¿qué estaría haciendo si no estuviéramos aquí?

Un proyecto conocido como Biosfera II intentó averiguar la ciencia básica de las transacciones oxígeno/carbono en el ecosistema global, instalando una ecología 'cerrada' -un sistema sin ingresos, más allá de la luz solar, y sin egresos de ninguna clase. En la forma, era como un gigantesco centro del futuro, con plantas, insectos, aves, mamíferos, y personas que vivían dentro. La idea era mantener la ecología funcionando en un diseño donde todo era reciclado.

El proyecto pronto entró rápidamente en problemas: en orden de mantenerlo funcionando, era necesario agregar oxígeno. Los investigadores por eso supusieron que de alguna manera el oxígeno se perdía. Resultó ser cierto, de cierta manera, pero por ninguna razón literal. Aunque la idea

general era controlar los cambios químicos y de los otros en un sistema cerrado, los investigadores no habían medido cuánto carbono introdujeron al comenzar. Había buenas razones para esa omisión -mayormente porque es extremadamente difícil, ya que se tiene que estimar el carbono contenido desde el peso húmedo de las plantas vivas. Sin conocer cuánto carbono había realmente al comenzar, no pudieron seguir el rastro de lo que estaba sucediendo con el dióxido y el monóxido de carbono. De todos modos, el oxígeno 'faltante' debería mostrarse como un incremento del dióxido de carbono, y podían controlar el nivel y ver si no estaba subiendo.

Eventualmente resultó que el oxígeno 'faltante' no se escapaba del edificio: se convertía en dióxido de carbono. Entonces ¿por qué no veían incrementos en los niveles de dióxido de carbono? Porque, desconocido para todos, el dióxido de carbono estaba siendo absorbido por el hormigón del edificio mientras 'fraguaba'. Todos los arquitectos saben que este proceso continúa por diez años o más después que el hormigón es colocado, pero este conocimiento es irrelevante para la arquitectura. Los ecologistas experimentales no sabían nada acerca de esto, porque las propiedades esotéricas del hormigón colocado no figura normalmente en los cursos de ecología, pero para ellos el conocimiento era vital.

Detrás de las suposiciones injustificadas que se hicieron acerca de Biosfera II estaba la creencia plausible pero irracional de que porque el dióxido de carbono *utilizaba* el oxígeno para formarse, entonces el dióxido de carbono era *opuesto* al oxígeno. O sea, el oxígeno se cuenta como un crédito en el balance del oxígeno, pero el dióxido de carbono cuenta como un débito. De modo que cuando el dióxido de carbono desaparece de los libros es interpretado como una deuda cancelada, o sea, un crédito. De todos modos, el dióxido de carbono contiene realmente una cantidad positiva de oxígeno, de modo que cuando se pierde dióxido de carbono también se pierde oxígeno. Pero ya que lo que se busca es un incremento del dióxido de carbono, no se notará si algo se pierde.

La falacia de esta clase de razonamiento de mucha mayor importancia que el destino de Biosfera II. Un importante ejemplo dentro del marco general del balance carbono/oxígeno es el rol de los bosques. En Brasil, los bosques del Amazonas están siendo destruidos a velocidad alarmante con excavadoras e incendios. Hay varias razones excelentes para evitar que se continúe -la pérdida de hábitat de organismos, producción de dióxido de carbono de árboles quemados, destrucción de las culturas de aborígenes, y todo eso. De todos modos, lo que *no* es una buena razón es la frase que casi inevitablemente se utiliza y que menciona que los bosques son los 'pulmones

del planeta'. La imagen que surge es que las regiones 'civilizadas' -o sea, las industrializadas- son claras productoras de dióxido de carbono. Los prístinos bosques, por contraste, producen una enorme y buena brisa de oxígeno, mientras que absorbe el exceso del dióxido de carbono producido por todas esas personas detestables que tienen coche. *Deberían, ¿verdad?* Un bosque está lleno de plantas, y las plantas producen oxígeno.

No, no lo hacen. La producción de oxígeno de un bosque es, en promedio, cero. Los árboles producen dióxido de carbono durante la noche, cuando no están fotosintetizando. Convierten el oxígeno y el carbono en azúcares, sí -pero cuando mueren, se pudren, y sueltan el dióxido de carbono. Los bosques pueden indirectamente quitar dióxido de carbono atrapando carbono y convirtiéndolo en carbón o turba, y liberando el oxígeno hacia la atmósfera. Irónicamente, de allí es donde viene toda la producción humana de dióxido de carbono -lo cavamos y lo volvemos a quemar, utilizando la misma cantidad de oxígeno.

En teoría, que ese petróleo sean restos de plantas del periodo carbonífero es verdad, entonces nuestros coches están quemando carbono que una vez estaba dentro de las plantas. Aún si una teoría alternativa, con popularidad creciente, es verdadera, y el petróleo fue producido por bacterias, entonces el problema se mantiene igual. Cualquiera de las dos maneras, si se quema un bosque se agrega una cierta cantidad de dióxido de carbono a la atmósfera, pero *no* se reduce la capacidad de la Tierra de generar nuevo oxígeno. Si se quiere reducir el dióxido de carbono atmosférico *permanentemente*, y no sólo cortar las emisiones térmicas, la mejor apuesta es construir en casa una enorme biblioteca, atrapando carbono en el papel, o colocar asfalto en todas las calles. Estas no parecen actividades 'verdes', pero lo son. Puede andar en bicicleta sobre esas calles si eso le hace sentir mejor.

Otro importante componente atmosférico es el nitrógeno. Es mucho más fácil seguir la pista del balance del nitrógeno. Los organismos -especialmente las plantas, como sabe cualquier jardinero- necesitan nitrógeno para crecimiento, pero no pueden absorberlo desde el aire. Tiene que ser 'fijado' -o sea, combinado en componentes que los organismos puedan utilizar. Algo del nitrógeno fijado es producido como ácido nítrico, que cae como lluvia en las tormentas, pero la mayor parte de la fijación del nitrógeno es biológica. Algunas formas de vida simples 'fijan' el nitrógeno, utilizándolo como un componente de sus propios aminoácidos. Estos aminoácidos pueden ser utilizados en las proteínas de cualquier otra forma de vida.

Los océanos de la Tierra contienen una enorme cantidad de agua -cerca de un tercio de billones de millas cúbicas (1.3 billones de km³). Cuánta agua había en las primeras etapas de la evolución terrestres, y cómo estaba distribuida sobre la superficie del globo, tenemos una leve idea, pero la existencia de fósiles de hace unos 3.3 billones de años muestra que debe haber habido agua por todos lados en ese tiempo, y probablemente bastante. Como ya hemos explicado, la Tierra -con el resto del sistema solar, el Sol incluido- se condensó desde una vasta nube de gases y polvo, cuyo principal constituyente era el hidrógeno. El hidrógeno se combina fácilmente con el oxígeno para formar agua, pero también se combina con el carbono para formar metano y con el nitrógeno para formar amoníaco.

La atmósfera de la primitiva Tierra contenía un montón de hidrógeno y una buena cantidad de vapor de agua, pero inicialmente el planeta estaba demasiado caliente para que existiera agua líquida. Como el planeta se enfrió lentamente, su superficie pasó la temperatura crítica, el punto de ebullición del agua. Esa temperatura probablemente no era exactamente la misma que la que ahora hierve el agua; de hecho, aún hoy no es una temperatura inflexible porque depende de la presión y de otras circunstancias. Tampoco era un asunto simple de la atmósfera enfriándose; también cambiaba su composición porque la Tierra estaba despidiendo gases desde su interior a través de actividad volcánica.

Un factor crucial era la influencia de la luz del Sol, que separaba algo del vapor de agua atmosférico en oxígeno e hidrógeno. El hidrógeno escapaba del relativamente débil campo gravitacional de la Tierra, de modo que las proporciones de oxígeno aumentaron mientras que las del vapor de agua disminuyeron. El efecto de esto fue el *incremento* de la temperatura a la que el vapor podía condensar. De modo que mientras la temperatura de la atmósfera bajaba lentamente, la temperatura a la que el vapor de agua se podía condensar se levantaba para coincidir. Eventualmente la atmósfera que *bajaba* se cruzó con el punto de ebullición que *subía*, y el vapor de agua comenzó a condensarse en agua líquida... y a caer como lluvia.

Debe haber llovido a cántaros.

Cuando la lluvia llegó a las rocas calientes de abajo, se volvió a evaporar, pero también enfrió las rocas. Calor y temperatura no son lo mismo. Calor es equivalente a energía: cuando algo se calienta se está agregando energía adicional. La temperatura es uno de los modos en que se expresa esa energía: es la vibración de las moléculas. Cuanto más rápida sea la vibración, más alta es la temperatura. Generalmente, la temperatura

de una sustancia se eleva si se calienta: todo el calor adicional se expresa en una mayor vibración de las moléculas. De todos modos, en transiciones de líquido a sólido, o de líquido a vapor o gas, el calor adicional se usa en el cambio de estado de la sustancia, no en hacer subir su temperatura. De modo que se puede poner un montón de calor y en lugar de que la cosa se caliente, cambia de estado -la denominada transición de fase. Inversamente, cuando una sustancia se enfría a través de una transición de fase, suelta un montón de calor. De modo que el agua enfriada desde el vapor envió más calor a la atmósfera superior, desde donde podía ser radiado hacia el espacio y perdido. Cuando las rocas calientes volvieron a evaporar el agua, las mismas rocas se enfriaron de repente. En un espacio de tiempo corto, geológicamente hablando, las rocas se enfriaron por debajo del punto de ebullición del agua, y ahora el agua que llovía no se volvía a evaporar -al menos, no mucha cantidad.

Debe haber llovido un millón de años. De modo que no es sorprendente que Rincewind notara que estaba un poco mojado.

Gracias a la gravedad, el agua va colina abajo, de modo que toda esa lluvia se acumuló en las depresiones de la superficie irregular de la Tierra. Porque la atmósfera tenía un montón de dióxido de carbono, esos primeros océanos contenían un montón de dióxido de carbono disuelto, haciendo que el agua estuviera ligeramente ácida. Debe haber habido ácidos clorhídrico y sulfúrico también, causando que los minerales se disolvieran en los océanos; el mar comenzó a ponerse salado.

La primera cantidad de oxígeno de la atmósfera crecía lentamente porque los efectos de la luz solar entrante no eran dramáticos. Pero ahora la vida entró en acción, expulsando oxígeno como subproducto de la fotosíntesis. El oxígeno se combinó con el hidrógeno restante en la atmósfera, por sí mismo o combinado dentro del metano, para producir *más* agua. También cayó como lluvia, e incrementó la cantidad de océanos, que producía más bacterias, que producían más oxígeno... y así continuó hasta que el hidrógeno disponible casi se acabó.

Generalmente se suele pensar que el océano siguió disolviendo las rocas de los continentes, acumulando más y más minerales, poniéndose más y más salado hasta que la cantidad de sal llegó a los actuales valores del 3.5%. La evidencia para esto es el porcentaje de sal en la sangre de los peces y mamíferos que es del 1%. En efecto, se creía que la sangre de los peces y mamíferos era océano 'fosilizado'. Todavía hoy escuchamos que tenemos antiguos mares en nuestra sangre. Probablemente sea un error, pero el argumento está lejos de ser establecido. Es cierto que nuestra

sangre es salada, y que también lo es el mar, pero hay montones de maneras en que la biología ajusta el contenido de sal. Ese 1% puede ser el nivel de sal que tenga sentido en la criatura a la que pertenece. La sal -más apropiadamente, los iones de sodio y cloro en los que se descomponen- tienen varios usos biológicos: nuestro sistema nervioso, por ejemplo, no podría trabajar sin ella. De modo que mientras es enteramente creíble que la evolución tomó ventaja de la *existencia* de sal en el mar, no necesitaba quedarse con la misma proporción. Por otro lado, hay una buena razón para pensar que las células evolucionaron primero como diminutos organismos que flotaban libremente en el océano, y esas células no eran tan sofisticadas para luchar contra la diferencia de sal entre el interior y el exterior, de modo que bien pudieron haber adoptado la misma concentración porque eso era todo lo que podían manejar inicialmente -y habiéndolo hecho, quedaron fijas en eso.

¿Podemos decidir que tenemos que mirar con más cuidado los océanos? Los océanos tienen forma de perder sal y de recuperarla también. Los mares se pueden secar; el Mar Muerto en Israel es un famoso ejemplo. Hay minas de sal por todos lados, reliquias de antiguos mares resecaos. Y como las criaturas vivientes -las bacterias- toman dióxido de carbono para convertirlo en azúcar y oxígeno, también pueden tomar otros minerales disueltos también. Calcio, carbono y oxígeno entran en las conchas, por ejemplo, que caen en el fondo oceánico cuando el propietario muere. El factor decisivo es... el tiempo. Se piensa que los océanos han llegado a su actual composición, y en particular a su grado de salinidad, hace 2 o 1.5 billones de años. La evidencia es la composición química de las rocas sedimentarias - rocas formadas por el depósito de conchas y otras partes de organismos- la que parece no haber cambiado mucho en el intervalo. (Aunque en 1998 Paul Knauth presentó evidencia de que los océanos tempranos habían sido más salados que ahora, algo como 1.5 a 2 veces lo actual. Sus cálculos indicaban que la sal no pudo haberse depositado sobre los continentes hasta hace unos 2.5 billones de años). Simples cálculos basados en cuánta cantidad de material se disuelve en los ríos y cuán veloces corren esos ríos muestran que toda la sal que contienen los océanos pueda ser provista de rocas continentales disueltas en 12 millones de años -el parpadeo de un ojo geológico. Si la sal hubiera aumentado constantemente, los océanos serían ahora más sal que agua. De modo que los océanos no son simples piletas de minerales disueltos, calles en una dirección en las cuales los minerales fluyen y quedan atrapados. Son máquinas de procesar minerales. La evidencia geológica de la similitud entre las antiguas y las modernas rocas

sedimentarias sugieren que lo que entra equilibra bastante bien lo que sale.

Entonces, ¿tenemos antiguos mares en nuestra sangre? En un sentido. Las proporciones de magnesio, calcio, potasio y sodio son exactamente las mismas que las que tenían los antiguos mares desde los cuales evolucionó nuestra sangre -pero las células parecen preferir una concentración de sal del 1% y no del 3%.

DIECINUEVE

HAY UNA MAREA...

—ÉL TIENE RAZÓN SOBRE LA LLUVIA —dijo el Discutidor Mayor, quien estaba en el omniscopio—. Tenemos nubes otra vez. Y hay montones de volcanes.

—Lo estoy moviendo un poco más allá... Oh. Ahora dice que está oscuro y hace frío y que tiene dolor de cabeza...

—No muy *gráfico*, ¿verdad? —dijo el Decano.

—Dice que es un dolor de cabeza terrible.

HEX escribió algo.

—Oh —dijo Caviloso—. Está debajo del agua. Siento mucho eso, me temo que es un poco difícil posicionarlo con precisión. Todavía no sabemos de qué tamaño está. ¿Cómo está esto ahora?

El auricular traqueteó.

—Todavía está debajo del agua, pero dice que puede ver la superficie. Creo que es lo mejor que podemos obtener. Camina hacia adelante.

Como un solo hechicero, ellos se volvieron a mirar el traje. Colgaba en el aire, unas pulgadas por encima del piso. Mientras miraban, la figura que estaba dentro hizo indecisos movimientos de caminar.

No era un buen día.

Todavía estaba lloviendo, aunque había amainado recientemente, con esporádicas interrupciones durante la primera parte del milenio y escasas lluvias durante el último par de décadas. Ahora, diez mil ríos buscaban su camino hacia el mar. La luz era gris y le daba a la playa un aspecto plano, monocromo y ciertamente muy húmedo.

Religiones importantes habían sido inspiradas por la visión de una figura emergiendo, milagrosamente, del mar. Sería difícil adivinar qué culto extraño podría ser inspirado por la cosa que salía de las aguas en ese momento, aunque el alejamiento de los tragos fuertes y de los frutos de mar habría estado probablemente muy alto en su lista de 'no'.

Rincewind miró a su alrededor.

No había arena debajo de sus pies. El agua era absorbida por una extensión de áspera lava. No había algas, ni aves marinas, ni pequeños

cangrejos -nada potencialmente peligroso para nada.

—No está sucediendo nada —dijo—. Todo está bastante aburrido.

—Amanecerá en un momento —dijo la voz de Caviloso en su oído—. Estaremos interesados en ver lo que piensas de eso.

Extraña manera de presentarlo, pensó Rincewind, mientras miraba al sol que subía. Estaba escondido detrás de las nubes, pero una luz gris-amarilla se hizo camino a través del paisaje.

—Está todo bien —dijo—. El cielo tiene color sucio. ¿Dónde es esto? ¿Llamedos? ¿Hergen? ¿Dónde no hay *ninguna* concha? ¿Es esto marea alta?

Todos los hechiceros estaban tratando de hablar al mismo tiempo.

—¡No puedo pensar en *todo*, señor!

—¡Pero *cualquiera* sabe sobre las mares!

—¿Tal vez algún mecanismo de levantar y bajar el lecho del mar sea aceptable?

—Si es que viene al caso, ¿qué causa las mareas *acá*?

—¿Podemos todos por favor dejar de *gritar*?

El griterío murió.

—Bien —dijo Ridículo—. Volvemos a ti, señor Stibbons.

Stibbons miraba fijo a las notas que tenía enfrente.

—Yo... hay... es un acertijo, señor. En un mundo redondo el mar se queda allí. No tiene bordes por donde volcarse.

—Siempre se ha creído que el mar es de alguna manera atraído hacia la luna —murmuró el Discutidor Mayor—. Ya saben... la atracción de la serena belleza y todo eso.

Cayó un silencio de muerte.

Finalmente, Caviloso pudo decir:

—Nadie me dijo nada de una luna.

—*Tenías* que tener una luna —dijo Ridículo.

—Debería ser fácil, ¿verdad? —dijo el Decano—. *Nuestra* luna gira alrededor del Disco.

—Pero, ¿dónde podemos ponerla? —dijo Caviloso—. Tiene que ser oscura y liviana, tenemos que moverla para las fases, y tiene que ser tan grande como el sol y *sabemos* que si tratamos de hacer cosas del tamaño de soles aquí, bueno, se vuelven soles.

—Nuestra luna está más cerca que el sol —dijo el Decano—. Es por eso que tenemos eclipses.

—Solamente unas noventa millas —dijo Caviloso—. Es por eso que está quemada en uno de los lados.

—Santo cielo, señor Stibbons, me sorprendes —dijo Ridículo—. El maldito gran sol parece bastante grande aunque está muy lejos. Pon la luna más cerca.

—Todavía tenemos el gran trozo que el Decano arrancó del planeta —dijo el Discutidor Mayor—. Hice que los estudiantes lo estacionaran cerca del Objetivo.

—¿Objetivo?

—Es el planeta grande y gordo que tiene las líneas de colores —dijo el Discutidor Mayor—. Les hice traer el grupo completo hasta el nuevo, er, sol porque era un fastidio donde estaba. Al menos cuando está girando se sabe desde dónde está viniendo.

—¿Están los estudiantes escabulléndose hasta aquí por la noche a jugar? —dijo Ridículo.

—He puesto final a eso —dijo el Decano—. De todos modos, hay demasiadas rocas y bolas de nieve alrededor de este sol. *Montones* de cosas. Un desperdicio.

—Bueno, ¿podemos tener pronto el trozo perdido?

—HEX puede manipular el tiempo desde el punto de vista de Rincewind —dijo Caviloso—. Para nosotros, el tiempo del Proyecto es muy veloz... deberíamos tenerlo aquí antes del café.

—¿Puedes oírme, Rincewind?

—Sí. ¿Alguna posibilidad de almorzar?

—Hemos pedido algunos emparedados para ti. Ahora, ¿puedes ver el sol apropiadamente?

—Está todo muy brumoso, pero sí.

—¿Puedes decirme qué sucede si hago... esto?

Rincewind escudriñó el cielo gris. Las sombras corrían a través del paisaje.

—No irás a decirme que acabas de causar un eclipse de sol, ¿verdad?

Rincewind pudo escuchar una tenue ovación en el fondo.

—¿Y estás bastante seguro de que fue un eclipse? —dijo Caviloso.

—¿Qué más puede ser? Un disco oscuro cubriendo el sol y no hay cantos de aves.

—¿Tiene el tamaño correcto?

—¿Qué clase de pregunta es ésta?

—Está bien, está bien. Ah, acá están tus empa... ¿qué? ¿Cómo? Excúsame... *ahora* ¿qué?

Los hechiceros mayores estaban otra vez desconcertados, y lo

demostraban empujando a Caviloso mientras él trataba de hablar. Los hechiceros eran los mejores en empujar como medio de obtener atención.

—Puedes *ver* que hay una sola luna —dijo el Discutidor Mayor, por tercera vez.

—Está bien... ¿qué tal esto? —dijo Caviloso—. Supongamos que de alguna manera este mundo tiene dos aguas, las que *gustan* de la luna, y aguas que no soportan a la luna a ningún precio. Si tiene la misma cantidad de ambas, entonces eso explica por qué parece haber marea alta en dos lugares al mismo tiempo. Creo que podemos disponer de la teoría de la Luna Invisible, la que era interesante, Decano.

—Me gusta esa explicación —dijo Ridículo—. Es elegante, señor Stibbons.

—Es sólo una conjetura, señor.

—Bastante buena para la física —dijo Ridículo.

VEINTE

UN SALTO GIGANTE PARA LA LUNIDAD.

LA HUMANIDAD SIEMPRE HA SABIDO que la Luna es importante. Frecuentemente sale de noche, lo que es habitual; cambia, en un cielo donde el cambio es raro; algunos de nosotros pensamos que nuestros antepasados viven allí. Esto último podría no ser posible de ser verificado experimentalmente, pero sin embargo la humanidad en general lo sabe. La Luna extiende tentáculos fantasmales, gravedad y luz; también podría ser nuestra protectora.

Los hechiceros tenían razón al preocuparse por haber olvidado de dar a Mundoglobo una Luna, aunque es habitual que se preocupen por las razones equivocadas.

La Luna es un satélite de la Tierra: nosotros vamos alrededor del Sol, pero la Luna va alrededor *nuestra*. Ha estado allí arriba por largo tiempo, y en su manera tranquila ha estado muy ocupada. La Luna afecta a las personas tanto como a las tortugas bebé. El más importante de los modos en que nos afecta es causando las mareas. Nos puede afectar de otras maneras menos obvias, aunque algunas de las creencias más comunes acerca de la Luna son, por decirlo de alguna manera, científicamente controversiales. El ciclo menstrual femenino se repite más o menos cada cuatro semanas, un periodo bastante parecido al que le toma a la Luna darle vuelta a la Tierra -un mes, de hecho, una palabra que proviene de luna. En la creencia popular esta similitud numérica no es coincidencia, como por ejemplo en el 'mal momento del mes'. Por otro lado, la Luna es el epítome de la regularidad, tan predecible como la fecha de Navidad, lo que no puede ser dicho del ciclo menstrual.²⁸ Los enamorados, por supuesto, se derriten de amor y se besan bajo la Luna de junio... También es ampliamente sostenido que las personas se vuelven locas cuando hay luna llena, o -un caso extremo de locura- esos que están afectados adecuadamente se vuelven lobos por una noche.

La leyenda del hombre lobo juega un papel central en *Hombres en*

²⁸ Por otra parte, hasta las últimas décadas de la historia humana, la mayoría de las mujeres no menstruaban. Casi todo el tiempo estaban embarazadas o en lactancia. Y para los grandes monos el ciclo tiene más o menos una semana más que el de los humanos, y para los gibones es más corto. De modo que parece que la relación con la Luna es coincidencia. (Nota de los autores)

Armas. La mayor parte del tiempo, la Cabo Interina Angua de la guardia de Ankh-Morpork es una agraciada rubia, pero cuando la Luna está llena se vuelve un lobo que puede oler colores y arrancarle la yugular a las personas. Pero eso no hace estragos en su vida privada. 'Siempre era un problema que le crecieran los colmillos y el pelo en cada luna llena. Cuando ella pensaba que antes había tenido suerte, encontró que pocos hombres son felices en una relación donde a su pareja le crecen pelos y aullidos'. Afortunadamente el Cabo Zanahoria²⁹ no se perturba con estos cambios ocasionales. Le gusta una novia que disfruta de largas caminatas.

La Luna es extraña, y parece posible que sin ella, ninguno de nosotros estaría aquí para nada. No por el presunto efecto sobre los enamorados, que encontrarán la manera con o sin Luna, sino porque la Luna protege a la Tierra de algunas molestas influencias que podrían haber hecho difícil que surgiera la vida, o al menos que hubiera tomado las formas más rudimentarias. Lo que hace extraña a la Luna no es que sea la compañía de un planeta: todos los planetas a excepción de Mercurio y Venus tienen lunas. Es notable porque es muy grande en comparación con su planeta. Solamente Plutón tiene un satélite -Charon, descubierto en 1978 por Jim Christy- que es comparable en el tamaño relativo de nuestra Luna. No es exagerar mucho las cosas al decir que vivimos en la mitad de un doble planeta.

Sabemos que la Luna es diferente de la Tierra en todas las formas posibles. Su gravedad es más débil, de modo que no sería capaz de retener una atmósfera por mucho tiempo, aunque tuviera una, lo que no ocurre en ningún sentido posible de la palabra. La superficie de la Luna es roca y polvo de rocas, sin mares por ningún lado (el agua escapa fácilmente también) - aunque en 1997 una sonda de la NASA descubrió cantidades sustanciales de hielo de agua en los polos de la Luna, escondido del calor del Sol por las sombras permanentes de las paredes de un cráter. Esa es una buena noticia para las colonias lunares futuras, las que podrían actuar como base de exploración del sistema solar. La Luna es buen lugar desde donde arrancar, porque la nave no necesita demasiado combustible para escapar de la atracción lunar; la Tierra es, por supuesto, un mal lugar para arrancar porque acá abajo la gravedad es más fuerte. Qué típico de los humanos haber evolucionado en el lugar equivocado...

¿Cómo se formó la Luna? ¿Se condensó de la primera nube de polvo junto con la Tierra? ¿Se formó por separado y fue capturada más tarde?

²⁹ A la fecha de esta traducción, el Cabo Zanahoria se ha convertido en el Capitán Zanahoria (DW29 Guardia Nocturna) (Nota del traductor)

¿Son los cráteres volcánicos apagados, o son las marcas hechas por trozos de rocas que golpearon a la Luna? Sabemos sobre la Luna bastante más que lo que sabemos de la mayoría de los otros cuerpos del sistema solar, porque hemos estado allí. En abril de 1969, Neil Armstrong pisó la superficie de la Luna, equivocó sus líneas, e hizo historia. Entre 1969 y 1972 los Estados Unidos enviaron diez misiones Apolo a la Luna y de regreso. De ellas, las Apolo 8, 9 y 10 nunca intentaron bajar; Apolo 11 fue ese histórico primer alunizaje; y Apolo 13 nunca llegó hasta la superficie, sufriendo una desastrosa explosión apenas comenzado el vuelo y volviéndose una excelente película.

El resto de las Apolo de la 11 a la 17 alunizaron, y entre todas trajeron 800 libras (400 kg) de rocas lunares. La mayoría está aún almacenada en las Instalaciones del Conservatorio Lunar del Centro Espacial Johnson de la NASA, en Clear Lake, Houston; mucho de eso nunca fue seriamente observado, pero lo que fue analizado nos enseñó mucho acerca del origen y naturaleza de la Luna.

La Luna está aproximadamente a un cuarto de millón de millas (400.000 km) de la Tierra. Es menos densa que la Tierra, en promedio, pero la densidad de la Luna es muy similar a la del manto de la Tierra, un hecho curioso que puede no ser coincidencia. La misma cara de la Luna siempre enfrenta a la Tierra, aunque se menea un poco. Las marcas oscuras sobre ella se denominan *maria*, palabra en latín para 'mares' -pero no lo son. Son llanuras planas de roca que una vez estuvo derretida y fluyó a través de la superficie de la Luna como la lava de un volcán. Casi todos los cráteres son cráteres de impacto, donde los meteoritos se estrellaron contra la Luna. Hay muchos de ellos porque hay un montón de rocas flotando en el espacio alrededor, la Luna no tiene atmósfera que la proteja de ellos quemando las rocas con calor de la fricción, y la Luna no tiene clima para demolerlos hasta que desaparezcan. La atmósfera de la Tierra es un buen escudo, pero una vez que los geólogos se pusieron a buscar encontraron restos de 160 cráteres de impacto acá abajo, lo que es interesante ya que muchos de ellos habían sido erosionados por la lluvia y el viento. Veremos más de esto cuando lleguemos a los dinosaurios.

Hoy, la Luna siempre muestra la misma cara a la Tierra, lo que significa que rota una vez al mes alrededor de su eje, el mismo tiempo que le lleva dar una vuelta alrededor de la Tierra. (Si no rotara para nada, siempre estaría apuntando en la misma dirección -no la misma dirección relativa a la Tierra, sino la misma dirección. Imagine a alguien caminando alrededor de usted en círculos pero siempre mirando hacia el norte, digamos. Entonces no

siempre le mirará a usted. De hecho, usted puede ver todos sus lados). No siempre fue así. A lo largo de cientos de millones de años, el efecto de las mareas ha sido el de retardar la rotación de la Tierra y de la Luna. Una vez que la rotación de la Luna se hizo sincronizada con sus revoluciones alrededor de la Tierra, el sistema se estabilizó. La Luna solía también estar un poco más cerca de la Tierra, pero después de largos periodos de tiempo se ha movido más y más lejos.

Entre 1600 y 1900 se pusieron en boga tres teorías de la formación de la Luna, y se murieron. Una era que la Luna se había formado al mismo tiempo que la Tierra cuando la nube de polvo se condensó para formar el sistema solar -Sol, planetas, satélites, toda la pelota de cera... o roca, como sea. Esta teoría, como las primeras teorías de la formación del sistema solar, tiene problemas con el momento angular. La Tierra está girando demasiado rápido, y la luna está dando la vuelta demasiado rápido, para ser consistente con la Luna condensada de la nube de polvo. (Les hemos despistado antes cuando dijimos que la teoría de la nube de polvo explicaba los satélites también. Mayormente lo hace, pero no a nuestra enigmática Luna. Mentir-a-niños, ya lo ven -ahora ustedes están listos para la siguiente capa de complicaciones).

La teoría número dos decía que la Luna es un trozo de la Tierra que se quebró, tal vez cuando la Tierra aún estaba completamente derretida y giraba bastante velozmente. Esa teoría rebotó contra el cubo de basura porque nadie pudo encontrar una manera posible de que una Tierra derretida y girando eyectara nada que remotamente se pareciera a la Luna, aunque esperasen un tiempo hasta que las cosas se enfriaran.

De acuerdo con la teoría tres, la Luna se formó en algún otro lugar del sistema solar, y estaba vagando por allí cuando sucedió que cayó dentro del campo gravitacional de la Tierra y ya no pudo salir. Esta teoría era muy popular, aunque la captura gravitacional es un truco difícil de armar. Es un poco como tratar de lanzar una pelota de golf dentro de agujero de modo que gire y gire en el borde. Lo que habitualmente pasa es que se cae al fondo (choca contra la tierra) o hace lo que todo golfista ha experimentado para su completo horror, y entra por un instante antes de saltar hacia afuera (escapa sin ser capturada)

Las muestras de roca de las misiones Apolo agregaron misterio a los orígenes de la Luna. En algunos aspectos, las rocas lunares son asombrosamente similares a las rocas terrestres. Si fueran similares en la mayoría de los aspectos, sería evidencia de un origen en común, y

tendríamos que echar otra mirada a la teoría de que ambas condensaron de la misma nube de polvo. Pero las rocas de la Luna no se parecen a *todas* las rocas de la Tierra, solamente a las del manto. La teoría actual, que data de los primeros años de la década del 80, es que la Luna fue *una vez* parte del manto de la Tierra. No fue eyectada como resultado del giro de la tierra: fue golpeada hacia el espacio hace unos cuatro billones de años cuando un cuerpo gigante, del tamaño de Marte, le dio a la primera Tierra un golpe oblicuo. Los cálculos de computadora muestran que un impacto así puede cortar, si las condiciones son las correctas, un gran trozo de manto de la Tierra, y ponerlo en el espacio. Esto toma unos 13 minutos (¿no son buenas las computadoras?). Entonces, el manto eyectado, que está derretido, comienza a condensarse en un anillo de rocas de varios tamaños. Algunos forman un gran trozo, la proto-luna, y ésta rápidamente barre con la mayor parte del resto. Lo que sobra no se va tan fácilmente, de todos modos, pero después de 100 millones de años casi todo se ha estrellado contra la Luna o la Tierra, por causa de la gravedad.

Porque la Tierra tiene clima -especialmente en aquel entonces, oh sí, tenía clima entonces- los cráteres resultantes del impacto se erosionaron; pero porque la Luna no tiene clima, los cráteres de impactos no se erosionaron y muchos de ellos están aún allí. El gran encanto de esta teoría es que explica algunos aspectos diferentes de la Luna de un solo saque -su similitud con el manto de la Tierra, el hecho de que su superficie parece haber sufrido una repentina y cuantiosa cantidad de calor hace unos 4 billones de años, su tamaño, su giro- aún esos *maria* que parecen mares que quedaron allí mientras la proto-luna se enfriaba lentamente. El primitivo sistema solar era un lugar violento.

De hecho, el sol mal diseñado del Decano podría habernos venido bien después de todo...

La Luna afecta la vida sobre la Tierra en dos o tres modos que conocemos, probablemente en docenas que no apreciamos aún.

El efecto más obvio de la Luna sobre la Tierra son las mareas -un hecho contra el que los hechiceros están tropezando. Como la mayoría de las ciencias, la historia de las mareas no es enteramente sencilla, y sólo levemente conectada a lo que el sentido común, dejado a sus propios medios, nos llevaría a esperar. Lo que el sentido común dice es que la gravedad de la Luna atrae a la Tierra, y que atrae con más fuerza el trozo que está más cerca de la Luna. Cuando ese trozo es tierra, no sucede mucho, pero cuando es agua, se amontona. Esta explicación es un mentir-a-

niños, y no está de acuerdo con lo que realmente sucede. Eso nos lleva a esperar que en cualquier lugar determinado de la Tierra las mareas ocurren cuando la Luna está por encima, o al menos en el punto más alto del cielo. Eso llevaría a una marea alta todos los días -o, permitiendo una pequeña complejidad del sistema Tierra-Luna, una marea alta cada 24 horas y 50 minutos.

Realmente, las mareas altas ocurren dos veces por día, cada 12 horas y 25 minutos. Exactamente la mitad.

No solamente eso: la atracción de la gravedad de la Luna sobre la superficie de la Tierra es solamente un diezmillonésimo de la gravedad superficial de la Tierra. Aún cuando se combinan, estas dos fuerzas no tienen la potencia suficiente para levantar masas de agua hasta la altura de 70 pies (21 m) -el mayor movimiento de marea de la Tierra ocurrido en la Bahía Fundy entre Nova Scotia y New Brunswick.

Una explicación aceptable de las mareas escapó de la humanidad hasta que Isaac Newton enunció la ley de la gravedad e hizo los cálculos necesarios. Sus ideas han sido refinadas y mejoradas desde entonces, pero tenía lo básico.

Para simplificar, ignoremos todo excepto la Tierra y la Luna, y supongamos que la Tierra está completamente hecha de agua. La Tierra acuática gira sobre su eje, de modo que está sujeta a fuerzas centrífugas y se engorda ligeramente en el ecuador. Otras dos fuerzas actúan sobre ella: la gravedad de la Tierra y la de la Luna. La forma que toma el agua en respuesta a estas fuerzas depende del hecho de que el agua es un fluido. En circunstancias normales, la superficie de un cuerpo de agua en reposo es horizontal, porque si no lo fuera el líquido de las partes más altas se deslizaría hacia las partes más bajas. La misma clase de cosas sucede cuando actúan fuerzas adicionales: la superficie del agua se coloca en ángulo recto a la dirección de las fuerzas combinadas.

Cuando se averiguan los detalles para las tres fuerzas que hemos mencionado, se encuentra que el agua forma un elipsoide, una forma que está cerca de la esfera, pero ligeramente alargada. La dirección de elongación apunta hacia la Luna. De todos modos, el centro del elipsoide coincide con el centro de la Tierra, de modo que el agua 'se apila' sobre el lado más alejado de la Luna así como sobre el lado más cercano. Este cambio de forma está sólo parcialmente causado por la gravedad de la Luna que 'levanta' el agua que está más cerca. La mayor parte del movimiento, de hecho, es hacia los lados, más que hacia arriba. Las fuerzas laterales empujan más agua hacia algunas regiones del océano, y la toma de otras. El

efecto total es diminuto -la superficie del mar sube y cae la distancia de 18 pulgadas (medio metro).

Las costas, donde el mar se encuentra con la tierra, son las que crean los grandes movimientos de las mareas. La mayoría del agua se está moviendo lateralmente (no hacia arriba) y este movimiento es afectado por la forma de la costa. En algunos lugares el agua fluye dentro de un estrecho embudo, y entonces se apila mucho más que en otros lugares. Esto es lo que sucede en la Bahía de Fundy. Este efecto es aún incrementado porque las aguas costeras son poco profundas, de modo que la energía del movimiento se concentra en capas delgadas, creando movimientos más grandes y rápidos.

Finalmente, pongamos el Sol en su lugar, tiene el mismo efecto que la Luna, pero más pequeño. Cuando el Sol y la Luna están alineados -ambos del mismo lado de la Tierra, en cuyo caso vemos una luna nueva, o a ambos lados (luna llena)- sus atracciones gravitacionales se refuerzan mutuamente, llevando a las denominadas 'mareas de primavera' en las cuales la marea alta es más alta que la normal y la marea baja es más baja. Esto no tiene nada que ver con la *estación* Primavera. Cuando el Sol y la Luna están en ángulos rectos desde la Tierra, en media luna, la atracción del Sol cancela parte de la de la Luna, llevando a las 'mareas muertas' con menos movimientos que lo normal (presumiblemente esto no tiene nada que ver con la *estación* Muerta...).

Poniendo todos estos efectos juntos y teniendo un buen registro de mareas anteriores, es posible predecir la marea alta y la baja, y la cantidad de movimiento en vertical, en cualquier lugar de la Tierra.

Hay efectos similares a mareas (grandes) en la atmósfera de la Tierra, y (pequeñas) en las masas de tierra del planeta. El efecto de mareas ocurre en otros cuerpos del sistema solar, y más allá. Se piensa que Ío, la luna de Júpiter, cuya superficie es mayormente azufre y que tiene numerosos volcanes activos, es calentada al ser 'presionada' repetidamente por efectos de mares desde Júpiter.

Otro efecto de la Luna sobre la tierra, descubierto a mediados de los 90 por Jacques Laskar, es que estabiliza el eje de la Tierra. La Tierra gira como un trompo, y en cualquier momento dado hay una línea que corre a través del centro de la Tierra alrededor del cual todo rota. Es su eje. El eje de la Tierra está ligeramente inclinado con respecto al plano en que la Tierra orbita al Sol, y esta inclinación causa las estaciones. Algunas veces el polo norte está más cerca del Sol que el polo sur, y seis meses más tarde es de

la otra manera. Cuando el extremo norte del eje está inclinado hacia el Sol, más luz solar cae sobre la mitad norte del planeta que sobre la mitad sur, de modo que el norte tiene verano y el sur invierno. Seis meses más tarde, cuando el eje apunta en el otro sentido, es lo inverso.

Durante periodos más largos de tiempo, el eje cambia de dirección. Así como un trompo se menea cuando gira, así hace la Tierra, y a lo largo de 26.000 años su eje completa un círculo completo. En cada etapa, de todos modos, el eje está inclinado el mismo ángulo (23°) de la perpendicular al plano orbital. Este movimiento es denominado precesión, y tiene un efecto pequeño sobre el ritmo de las estaciones -lentamente cambian el total de un año en 26.000. Sin daño, básicamente. De todos modos, los ejes de la mayoría de los planetas hacen algo mucho más drástico: cambian su ángulo al plano orbital. Marte, por ejemplo, probablemente cambie su ángulo en 90° en un periodo de 10 a 20 millones de años. Esto tiene un efecto dramático sobre el clima.

Supongamos que el eje de un planeta está en ángulo recto con su plano orbital. Entonces no hay variaciones estacionales para nada, pero en todos lugares, excepto los polos, hay un ciclo día/noche. Ahora inclinemos el eje un poco: las variaciones estacionales aparecen, y los días son más largos en verano y más cortos en invierno. Supongamos que el eje se inclina 90° , entonces en algún momento el polo norte, por decir, apunta directamente hacia el Sol. Medio año después, el polo sur apunta hacia el Sol. En cada polo, hay un 'día' de medio año seguido de una 'noche' de medio año. Las estaciones coinciden con el ciclo día/noche. Hay regiones del planeta que se cocinan por el fuerte calor por medio año, y entonces se congelan por otro medio año. Aunque la vida puede sobrevivir en tales circunstancias, le será más difícil continuar en primer lugar, y será mucho más vulnerable a climas extremos, volcanes o impactos de meteoritos.

El eje de la Tierra puede cambiar su ángulo de inclinación en largos periodos de tiempo, más que los 26.000 años de precesión, pero aún a lo largo de cientos de millones de años el ángulo no cambia mucho. ¿Por qué? Porque, como descubrió Laskar cuando hizo los cálculos, la Luna ayuda a mantener el eje estable. Entonces al menos es concebible que la vida sobre la Tierra le debe un montón a la calmada influencia de su mundo hermano, no importa cuánto nos pueda enloquecer individualmente.

Una tercera influencia de la Luna fue descubierta en 1998: una clara asociación entre las mareas y el ritmo de crecimiento de los árboles. Ernst Zurcher y Maria-Giulia Cantiani midieron los diámetros de piceas jóvenes cultivadas en contenedores en la oscuridad. Después de varios días el

diámetro cambió de acuerdo con las mareas. Los científicos lo interpretaron como el efecto de la gravedad de la Luna sobre el transporte del agua dentro del árbol. No pueden ser variaciones a la luz de la luna, la que posiblemente afecte la fotosíntesis, porque los árboles estaban cultivados en la oscuridad. Pero el efecto puede ser similar al que ocurre con las criaturas que viven en las costas. Porque evolucionaron para vivir allí, tienen que responder a las mareas, y la evolución algunas veces lo consigue creando una dinámica interna que corre de acuerdo con las mareas. Si se trasladan las criaturas al laboratorio, esta dinámica interna les hace continuar 'siguiendo' las mareas.

La Luna ha sido importante de otra manera. Los babilonios y los griegos sabían que la luna era una esfera; las fases son obvias, y hay también un ligero meneo que significa que, a lo largo del tiempo, los humanos ven un poco más que una mitad de la superficie lunar. Allí estaba, colgando en el cielo -una gran pelota, no un disco como el sol, y una sospecha de que tal vez 'grandes bolas en el cielo' es una manera mucho mejor de pensar en la Tierra y sus vecinos que 'luces en el cielo'.

Todo esto está muy lejos de la Cabo Interina Angua -todavía mucho más lejos del ciclo menstrual femenino. Pero muestra que somos criaturas del universo. Las cosas Allá Arriba realmente nos afectan Acá Abajo, todos los días de nuestra vida.

VEINTIUNO

LA LUZ MEDIANTE LA CUAL SE VE LA OSCURIDAD

NO HABÍA OSCURIDAD. Eso le cayó a Caviloso Stibbons tan como un golpe que obligó a HEX a mirar otra vez. Tenía que haber Oscuridad, seguramente. De otro modo, ¿qué había para que la luz contrastara?

Eventualmente, informó la carencia a los otros hechiceros.

—Debería haber montones de Oscuridad y no la hay —dijo con voz monótona—. Sólo hay Luz y... no luz. Y es una luz bastante extraña, también.

—¿En qué sentido? —dijo el ArchiCanciller.

—Bueno, señor, como usted sabe³⁰, hay luz ordinaria, la que viaja a la misma velocidad que el sonido...

—Correcto. Solamente tienes que mirar las sombras a través de un paisaje para darte cuenta.

—Eso, señor... y entonces está la meta-luz, la que no viaja realmente para nada porque ya está en todos lados.

—De otra manera no podríamos ver la oscuridad —dijo el Discutidor Mayor.

—Exactamente. Pero el universo del Proyecto tiene solamente una clase de luz. HEX piensa que se mueve a cientos de millas por segundo.

—¿Qué utilidad tiene eso?

—Er... en este universo, es lo más rápido que se puede ir.

—Eso es una tontería, porque... —comenzó Ridículo, pero Caviloso levantó una mano. No había estado buscando esto.

—Por favor, ArchiCanciller. Está haciendo lo mejor que puede. Confíe en mí en esto. ¿Por favor? Sí, puedo ver todas las razones de por qué es imposible. Pero, allí dentro, parece funcionar. HEX ha escrito páginas de información sobre eso, si alguien está interesado. Solamente pido que no me pregunten nada. ¿Por favor, caballeros? Se supone que todo es lógico, pero sentirán sus cerebros rechinar hasta que el final salga por los oídos.

Colocó sus manos juntas y trató de parecer sabio.

—Es casi como si el proyecto estuviese imitando el universo *real*...

—Ook.

³⁰ Una frase que significa 'No estoy seguro de que sepa esto.' (Nota de los autores)

—Perdóneme —dijo Caviloso—. Una figura retórica.

El Bibliotecario hizo un gesto hacia él con la cabeza y cruzó caminando sobre los nudillos. Los hechiceros lo miraban cuidadosamente.

—Realmente piensas que *esa* cosa —dijo el Decano, señalando—, con su luna que odia el agua y mundos que giran alrededor de soles...

—Tanto como puedo ver de aquí —interrumpió el Discutidor Mayor, quien había estado leyendo los escritos de HEX sobre la física más compleja del Proyecto—, si estuvieras viajando en un carro a la velocidad de la luz, y lanzaras una bola hacia adelante... —volvió la hoja, leyó en silencio por un momento, juntó las cejas, volvió la página para ver si había algo resaltado sobre el otro lado, y prosiguió—: ... tu hermano mellizo podría... tener cincuenta años más que tú cuando regreses a casa... creo.

—Los mellizos tienen la misma edad —dijo el Decano con frialdad—. Es por eso que son mellizos.

—Observe el mundo en que estamos trabajando —dijo Caviloso—. Puede ser pensado como dos conchas de tortugas atadas. No tiene ni arriba ni abajo, pero si piensa en él como dos mundos, dando vueltas, con un sol y una luna haciendo el trabajo de dos... es similar.

Quedó frito por sus miradas.

—De todas maneras, en cierta forma —dijo.

Sin que los otros lo notaran, el Tesorero levantó el escrito de la física del universo de Mundoglobo. Después de hacerse un sombrero de papel con la página pequeña, comenzó a leer...

VEINTIDÓS

LAS COSAS QUE NO SON

LA LUZ TIENE VELOCIDAD... ENTONCES ¿POR QUÉ NO LA OSCURIDAD?

Es una pregunta razonable. Veamos hacia dónde nos lleva. En los 60, una compañía de suministros biológicos puso el anuncio de un aparato para los científicos que usaban microscopios. A fin de ver cosas bajo el microscopio, frecuentemente es buena idea hacer una muy delgada rebanada de lo que se va a mirar. Entonces se pone la rebanada sobre una platina, se coloca debajo de la lente del microscopio, y se mira por el otro extremo para ver qué es. ¿Cómo se hace la rebanada? No es como rebanar el pan. La cosa que se quiere cortar -supongamos que es un trozo de hígado como ejemplo- es demasiado blanda para ser rebanada apropiadamente.

Puestos a pensar, también muchos de los panes.

Se tiene que sostener firmemente el hígado mientras se lo corta, de modo que se lo embebe en un bloque de cera. Entonces se usa un aparato denominado microtomo, algo como un rebanador de tocino en miniatura, para cortar series de rebanadas muy delgadas. Se colocan sobre la superficie de agua caliente, se toma una y se la pone en una platina, se le quita la cera, y se prepara la platina para mirarla. Simple...

Pero el aparato que la compañía estaba vendiendo no era un microtomo: era algo para mantener frío el bloque de cera mientras el microtomo estaba cortándolo, de modo que el calor generado por la fricción no hiciera dificultoso el corte de la cera y que dañara delicados detalles del espécimen.

Su solución a este problema era un gran espejo cóncavo (en forma de plato). Se suponía que podía construir una pequeña pila de cubos de hielo y 'enfocar el frío' sobre el espécimen.

Tal vez no se ve nada notable aquí. En ese caso, probablemente se hable de 'divulgación de la ignorancia', y se cierren las cortinas en la noche para 'mantener el frío afuera' -y a la oscuridad.³¹

En Mundodisco, esas cosas tienen sentido. Montones de cosas son reales en Mundodisco mientras son simples abstracciones en el nuestro. La muerte, por ejemplo. Y la Oscuridad. En Mundodisco uno se puede

³¹ Y si es así: ¡felicitaciones! Usted es un ser humano, pensando narrativamente. (Nota de los autores)

preocupar por la velocidad de la Oscuridad, y cómo se quita del camino de la luz que está abriéndose camino a 600 mph.³² En nuestro mundo tal concepto es denominado un 'privativo' -la ausencia de algo. Y en nuestro mundo, los privativos no tienen existencia propia. El conocimiento existe, pero no la ignorancia; el calor y la luz existen, pero el frío y la oscuridad no. No como *cosas*.

Podemos ver al ArchiCanciller desorientado, y nos damos cuenta de que hay algo que corre muy profundo en la psiquis humana. Sí, uno se puede congelar hasta morir, y 'frío' es una buena palabra para describir la ausencia de calor. Sin los privativos podríamos terminar hablando como las personas del planeta Zog. Sin embargo, nos metemos en problemas si olvidamos que las estamos utilizando como un fácil atajo.

En nuestro mundo hay abundancia de casos límite. ¿Es 'borracho' o 'sobrio' el privativo? En Mundodisco se puede estar 'knurd', lo que está tan en el extremo opuesto de sobrio, como borracho está en el de embriagado,³³ pero sobre el planeta Tierra no hay tal cosa. Por lo general, pensamos que sabemos qué miembro de esos pares tiene existencia, y cuál es simplemente una ausencia. (Nosotros hemos votado por 'sobrio' como el privativo. Es la ausencia de tragos, y -habitualmente- el estado normal de una persona.³⁴ De hecho ese estado normal solamente es llamado sobriedad cuando el tema del trago está a la mano. No hay nada extraño en esto. 'Frío' es el estado normal del universo, después de todo, aunque es una *cosa* que no existe. Er... no continuaremos con esto, ¿verdad ArchiCanciller?)

Es necesario pensar si queremos que nuestro lenguaje no nos engañe. De todos modos, como se muestra en 'enfocar el frío', algunas veces no nos detenemos a pensar.

Lo hemos hecho antes. Al comienzo de este libro, mencionamos el phlogiston, que era considerado por los químicos primitivos como la sustancia que hacía arder las cosas. Tenía que serlo: se podía ver el phlogiston arder en llamas, por amor del cielo. De todos modos, las pistas que sostenían la opinión opuesta gradualmente se acumularon. Las cosas pesan más después de quemadas que antes, por ejemplo, de modo que el phlogiston parecía tener un peso negativo. Se puede pensar que esto está equivocado, incidentalmente; seguramente que las cenizas que quedan de un tronco quemado pesa mucho menos que el tronco, de otra manera nadie

³² La Luz en el Disco viaja a casi la misma velocidad que el sonido. Esto no parece causar problemas. (Nota de los autores) - mph = miles per hour = millas por hora. (Nota del traductor)

³³ Y es una cosa terrible, debida a un estado de horrible depresión. De allí la aflicción del Capitán Vimes en *Guardias! Guardias!* quien necesita un par de tragos para ponerse sobrio. (Nota de los autores)

³⁴ Bueno... de la mayoría de las personas. (Nota de los autores)

se molestaría en hacer hogueras. Pero mucho de ese tronco sube como humo, y el humo pesa un poco; se levanta, no porque sea más liviano que el aire, sino porque está caliente. Y aún su fuera más liviano que el aire, hay humedad, y toda otra clase de cosas. Si se quema un montón de madera, y se recolectan los líquidos, gases y sólidos que resultan, el peso final es mayor que el de la madera.

¿De dónde viene el peso adicional? Bueno, si alguien se toma el trabajo de pesar el aire que rodea a la madera ardiendo, encontrará que termina siendo más *liviano* que lo que era. (No es tan fácil hacer estos dos pesajes mientras se sigue la huella de lo que proviene desde dónde... piénselo. Pero los químicos encontraron formas de lograrlo). De modo que parece que algo es tomado del aire, y una vez que se ha llegado al conocimiento de lo que sucede, no es difícil averiguar qué es. Por supuesto, es oxígeno. La madera quemada gana oxígeno, no pierde phlogiston.

Todo esto tiene mucho más sentido, y también explica por qué el phlogiston no era buena idea. El oxígeno negativo, el oxígeno que debía estar presente pero que no lo está, se comporta tan bien como el oxígeno positivo en el equilibrio de las ecuaciones con que los químicos suelen controlar la validez de sus teorías. De modo que mucho phlogiston moviéndose desde 'A' a 'B' tiene el mismo efecto en las observaciones que la misma cantidad de oxígeno moviéndose de 'B' a 'A'. De modo que el phlogiston se comportaba como una cosa real -con una embarazosa excepción que cuando las mediciones se hicieron suficientemente precisas para detectar las cantidades diminutas involucradas, el phlogiston pesaba menos que nada. El phlogiston era un privativo.

Un rasgo difícil pero obstinado en la manera humana de pensar está involucrado en todo esto: se conoce como 'hacer real'. Imaginar que porque tenemos una palabra para algo, entonces debe haber una 'cosa' existente que corresponde a la palabra. ¿Qué pasa con 'valentía' o con 'cobardía'? ¿O 'túnel'? O además, ¿qué tal 'agujero'?

Varios conceptos científicos se refieren a cosas que no son reales en el sentido que lo sería un objeto. Por ejemplo, 'gravedad' suena como una explicación del movimiento planetario, y alguien se puede preguntar cómo se vería si se encuentra con una, pero realmente es solamente una palabra para una relación que es la raíz cuadrada de la ley de atracción. O más recientemente, gracias a Einstein, para la tendencia de los objetos a no moverse en línea recta, que podemos imaginar como 'espacio curvado'.

En realidad, ¿qué pasa con 'espacio'? ¿Es una cosa, o una ausencia?

'Deuda' y 'descubierto' son privativos muy conocidos, y es difícil pensar

en los problemas que causan. Después de todo, su descubierta le paga el salario a su gerente de banco, ¿verdad? De modo que, ¿cómo puede no ser real? El mercado de privativos de hoy compra y vende deudas y promesas *como si fueran reales* -y se hacen reales como palabras y números en trozos de papel, o dígitos en la memoria de un ordenador. Cuanto más se piensa en ello, más asombroso se vuelve el mundo cotidiano de los seres humanos: la mayor parte de él realmente no existe.

Algunos años atrás, en una convención de ciencia ficción llevada a cabo en La Haya, cuatro escritores que hicieron montones de dinero con sus libros, se sentaron delante de una audiencia de una mayoría de fanáticos indigentes a explicar cómo habrían hecho montones de dinero con sus libros (como si alguno de ellos lo supiera realmente). Cada uno dijo que 'el dinero no es importante', y los fanáticos se pusieron bastante groseros ante esta afirmación tan precisa. Era necesario señalar que el dinero es como el aire o el amor -no es importante si se tiene lo suficiente, pero desesperadamente importante si no se lo tiene.³⁵ Dickens lo reconoció: en *David Copperfield*, el señor Micawer señalaba 'Ingresos anuales veinte libras, egresos diecinueve con noventa y cinco, resultado felicidad. Ingreso anual veinte libras, egresos anuales veinte con seis, resultado miseria'.

No hay simetría entre tener dinero y no tenerlo -pero la discusión se salió de sus carriles porque todo mundo había supuesto que sí la había, y entonces 'tener dinero' era el opuesto a 'no tener dinero'. Si se debe encontrar un opuesto, entonces 'tener dinero' es opuesto a 'tener deudas'. En ese caso, 'rico' es como 'knurd'. En cualquier evento, hacer la comparación entre dinero, amor y aire hace descender la temperatura del debate considerablemente. El aire no es importante si se lo tiene, solamente si no se lo tiene; lo mismo es para el dinero.

Vacío es un privativo interesante. Cortomelcuello Dibbler podía vender vacío-en-un-palillo. El vacío en el lugar correcto es *valioso*.

Algunas personas de la Tierra venden *frío-en-un-palillo*.

Mundodisco hace un trabajo maravilloso en revelar confusos pensamientos detrás de las suposiciones acerca de las carencias, porque en Mundodisco los privativos realmente existen. El chiste de luz/oscura en Mundodisco es tan tonta que todos le encuentran la broma... esperamos. Otros usos de los privativos en Mundodisco, sin embargo, son más sutiles. El más dramático, por supuesto, es Muerte, el personaje de Mundodisco favorito de muchas personas, quien HABLA EN LETRAS MAYÚSCULAS. Muerte es un esqueleto de siete pies de altura, con diminutas motas de luz

³⁵ 'Desperado' es otro privativo -significa 'sin esperanza'. (Nota de los autores)

en sus cuencas. Lleva una guadaña con una hoja tan delgada que es transparente, y tiene un caballo volador llamado Binky. Cuando Muerte se aparece a Olerve, el rey de Sto Lat, en *Mort*, le toma al rey unos momentos darse cuenta de los eventos que ocurren:

—¿Quién demonios eres tú? —dijo el rey—. ¿Qué estás haciendo aquí? ¿Eh? ¡Guardias! ¡Exijo...!

El insistente mensaje que enviaban sus ojos finalmente golpeó su cerebro. Mort³⁶ estaba impresionado. El rey Olerve se había mantenido en el trono por varios años y, aunque estaba muerto, supo cómo comportarse.

—Oh —dijo—. Ya veo. No esperaba verte tan pronto.

SU MAJESTAD, dijo Muerte, inclinándose, POCOS LO HACEN.

El rey miró a su alrededor. Estaba tranquilo y tenue en ese mundo de sombras, pero afuera parecía haber mucha excitación.

—Ese allá abajo soy yo, ¿verdad?

ME TEMO, SIRE.

—Trabajo limpio. Ballesta, ¿verdad?

Nuestros temores terrestres a la muerte nos han llevado a nuestras más extrañas idealizaciones. Inventar el concepto 'muerte' es dar nombre a un proceso -morir- como si fuera una 'cosa'. Entonces, por supuesto, dotamos a la cosa con un conjunto completo de propiedades, cuyo cuidado es solamente conocido por los sacerdotes. Esa cosa aparece de varias formas. Puede aparecer como el 'alma', una cosa que debe dejar el cuerpo cuando pasa de ser un cuerpo vivo a uno muerto. Es curioso que los más fuertes creyentes en el alma tienden a ser personas que denigran las cosas materiales; entonces le dan vueltas a su propia filosofía dentro de sus cabezas al insistir que cuando un *proceso* evidente -la vida- llega a su fin, debe haber una *cosa* que continúa. No. Cuando un proceso se detiene, no lo hay más. Cuando se para de golpear un huevo, no hay una esencia pseudo material de golpeador de huevo que pasa a ser alguna otra cosa. Solamente se ha dejado de girar la manija.

Otra 'cosa' que surge de la suposición de que la muerte existe es que cualquiera debe ser iniciado como huevo-embrión-feto en orden de volverse un apropiado ser humano, quien puede morir cuando se necesite. Note que en el mito humano y en la realidad de Mundodisco son los sin alma, los vampiros, los que no pueden morir. Mucho antes del antiguo Egipto y el dios

³⁶ El aprendiz de Muerte -bueno, teníamos que entrenar al sucesor. No para el caso en que se muera: se puede retirar. Que es lo que hace (temporalmente) en *Segador*. (Nota de los autores)

de la muerte Anubis, los sacerdotes sacaron buen provecho de esta confusión verbal. En Mundodisco es enteramente apropiado tener cosas 'irreales' como Oscuridad, o como el Hada Diente en *Padremarrano*, quien juega su parte en el complot.³⁷ Pero es una idea muy extraña en planeta Tierra.

Todavía puede ser parte de algunos procesos que nos hacen seres humanos. Como Muerte señala en *Padremarrano*, los humanos parecen necesitar proyectar alguna clase de decoración interior sobre el universo, de modo que pasan mucho de su tiempo en un mundo de su propia hechura. Parece -al menos, por el momento- que necesitamos estas cosas. Conceptos como dioses, verdad³⁸ y alma parecen existir solamente en cuanto los humanos lo consideran (aunque se sabe que los elefantes se inquietan y desorientan ante los huesos de elefantes en estado salvaje -si esto es por algún borroso concepto de la Gran Sabana del Cielo, o simplemente porque manifiestamente no es buena idea quedarse en un lugar donde los elefantes son matados, aún no se sabe). Pero nos produce cierta magia. Le agregan narrativium a nuestra cultura. Trae dolor, esperanza, desespero y comodidad. Inflan nuestro elástico. Bueno o malo, nos han hecho personas.

Nos preguntamos si los usuarios de ese espejo enfocador de frío pensaban que producía alguna magia para ellos. Podemos pensar en varias maneras en las que podría parecer. Y algunos de nuestros inteligentes amigos están persuadidos de que las almas existen, también. Casi todo es un proceso a cierto nivel. Para un físico, la materia es un proceso llevado a cabo por una función de onda quantum. Y las funciones de onda quantum existen solamente cuando la persona con quien se está discutiendo asegura que no es así -entonces tal vez las almas existen de la misma manera.

En esta área, tenemos que admitir que la ciencia no lo sabe todo. La ciencia se basa en no saberlo todo. Pero sabe algunas cosas.

³⁷ En realidad, es una 'constante fundamental' del universo de Mundodisco que las cosas existan porque se cree en ellas. (Nota de los autores)

³⁸ 'Verdad' es un privativo en el mismo sentido que 'sobrio' -hasta que se inventan las mentiras, no se sabe qué es la verdad. La naturaleza parece, de otra manera los animales no hubieran invertido tanto esfuerzo en un camuflaje realmente efectivo.

VEINTITRÉS

SIN POSIBILIDAD DE VIDA

ERA DIFÍCIL COMER EMPAREADOS que no se podían ver. Rincewind se daba cuenta que atrás, en el mundo real, el Bibliotecario se los estaba entregando, y tenía que tomarlos confiando en que serían de queso y chutney. En el camino, detectó una pizca de banana también.

Los hechiceros estaban impactados. Era terrible encontrar que no se puede hacer lo que se quiere con un universo propio.

—¿De modo que no podemos poner vida dentro del Proyecto con magia? —dijo el Decano.

—Me temo que no, señor —dijo Caviloso—. Tenemos bastante control sobre las cosas, pero solamente de una manera muy sutil. Ya lo *he* investigado.

—No llamaría a mover enormes mundos muy sutil —dijo el Decano.

—En términos del Proyecto, aún colocar la luna en su lugar tomó cientos de miles de años —dijo Caviloso—. El tiempo prefiere moverse más rápido allí adentro. Es asombroso lo que se puede mover si se le da un pequeño empujón todo ese tiempo.

—Pero hemos hecho tantas cosas...

—Sólo hemos estado moviendo cosas, señor.

—Parece una vergüenza haber hecho un mundo y no hay nadie que viva en él —dijo el Discutidor Mayor.

—Cuando yo era niño, tenía una granja en maqueta —dijo el Tesorero, levantando la vista de su lectura.

—Gracias, Tesorero. Muy interesante —dijo el ArchiCanciller—. Está bien, juguemos con las reglas. ¿Qué se tiene que mover para obtener personas?

—Bueno... trozos de otras personas, me dijo mi padre —dijo el Decano.

—Qué mal gusto, Decano.

—Algunas religiones comienzan con polvo —dijo el Discutidor Mayor—. Y entonces llega la vida de alguna manera.

—Eso es bastante difícil aún con magia —dijo el ArchiCanciller—. Y no podemos usar la magia.

—Allá en Nothingfjord creen que toda la vida fue creada cuando el dios

Noddi cortó sus... innumerables y los lanzó hacia el sol, que era su padre — dijo el Discutidor Mayor.

—¿Qué, quieres decir sus... ropas interiores? —dijo el Profesor en Runas Recientes, que podía ser un poco lerdo.

—Primero de todo, no podemos existir físicamente dentro del Proyecto, en segundo lugar ese tipo de cosas es antihigiénico, y en tercero dudo mucho que encuentre un voluntario —dijo cortante el ArchiCanciller—. De todos modos, somos hombres de la magia. *Eso* es superstición.

—Entonces, ¿podemos hacer climas? —dijo el Decano.

—Creo que HEX nos puede permitir eso —dijo Caviloso—. El clima es sólo empujar cosas por allí.

—¿Entonces podemos lanzar un rayo a cualquiera que no nos guste?

—Pero no hay nadie en el mundo, el que nos gusta o el que no —dijo Caviloso cansado—. Ése es el *punto*.

—Y mientras el Decano puede hacer enemigos en cualquier lugar, creo que, ah, *Mundoglobo* deberá probar aún sus poderes —dijo Ridículo.

—Gracias, ArchiCanciller.

—Feliz de ayudar, Decano.

El teclado de HEX resonó. La pluma comenzó a escribir.

Comenzó:

+++ No Creo Que Vayan A Creer Esto +++

Las tormentas desgarraban el aire, lejos del mar.

El aire parpadeó. La tormenta se había marchado. La línea de la costa parecía diferente.

—Hey, ¿qué sucedió? —dijo Rincewind.

—¿Está todo bien? —dijo Caviloso Stibbons en su oído.

—¿Qué acaba de suceder?

—Te hemos movido un poco hacia adelante en el tiempo —dijo Caviloso. El tono de su voz sugería que temía que le preguntara por qué.

—¿Por qué? —dijo Rincewind.

—Te reirás cuando te lo diga...

—Oh, bien. Me gusta reír.

—HEX dice que está detectando vida a tu alrededor. ¿Puedes ver alguna?

Rincewind miró alrededor con cautela. El mar lamía la costa, que ahora tenía un poco de arena. La espuma rodaba sobre las olas.

—No —dijo.

—Bien. Mira, no *podría* haber ninguna vida donde estás —siguió

Caviloso.

—¿Donde *estoy* exactamente?

—Er... una especie de mundo mágico con nadie en él excepto tú.

—Oh, quieres decir la clase donde todos viven —dijo amargamente Rincewind. Miró otra vez hacia el mar, por las dudas.

—Pero si no te importa echar una mirada... —siguió Caviloso.

—¿Por esa vida que es imposible que pueda existir?

—Bueno, eres el Egregio Profesor de Geografía Cruel y Desusada.

—Es la geografía cruel y desusada lo que está molestándome —dijo Rincewind—. Incidentalmente, ¿has mirado el mar últimamente? Está azul.

—¿Y bien? El mar es azul.

—¿De veras?

El omniscopio era otra vez el centro de la atención.

—Todos saben que el mar es azul —dijo el Decano—. Pregunta a cualquiera.

—Eso es cierto —dijo Ridículo—. De todos modos, mientras que todos *saben* que el mar es azul, lo que todos ven habitualmente es un mar que es gris o verde oscuro. No de *este* color. ¡Es virulento!

—Diría que turquesa —dijo el Discutidor Mayor.

—Solía tener una camisa de ese color —dijo el Tesorero.

—Pensaba que podían ser sales de cobre en el agua —dijo Caviloso Stibbons—. Pero no lo son.

El ArchiCanciller levantó el último escrito de HEX. Leyó:

+++ Salida Del Error Fastidioso +++

—No ayuda —murmuró.

—Gracias al cielo aún está operando el Proyecto —dijo Caviloso, uniéndosele—. Pienso que se ha confundido.

—No es su trabajo estar confundido —dijo Ridículo—. No necesitamos una máquina para que se confunda. Somos enteramente capaces de confundirnos. La confusión es un logro humano, y justo en este instante siento que estoy ganando un premio. *Tú*, señor Stibbons, dijiste que no había posibilidades de que la vida entre en el Proyecto.

Caviloso movió sus manos frenéticamente.

—¡No hay modo de que pueda! ¡La vida no es como las rocas y el agua! ¡La vida es especial!

—¿El aliento de dioses, esa clase de cosa? —dijo Ridículo.

—No dioses como *tales*, obviamente, pero...

—Supongo que, desde el punto de vista de las rocas, las rocas son

especiales —dijo Ridículo, aún leyendo el escrito de HEX.

—No, señor. Las rocas no tienen punto de vista.

Rincewind levantó un trozo de roca, muy cuidadosamente, listo para dejarlo caer ante la mínima sugerencia de dientes o garras.

—Esto es tonto —dijo—. No hay nada aquí.

—¿Nada? —dijo Caviloso dentro del yelmo.

—Algunas de las rocas tienen toda clase de asquerosidades, si esa es tu idea de un buen momento.

—¿Asquerosidades?

—Ya sabes... porquerías.

—Parece que HEX está sugiriendo ahora que todo lo que se muestra es, y no es, vida —dijo Caviloso, un hombre cuyo interés en sonrisas era limitado.

—Eso es muy alentador.

—Parece haber una concentración particular no lejos de ti... estamos a punto de moverte para que le eches una mirada...

La cabeza de Rincewind se sumergió. Un momento después, el resto del cuerpo quiso unírsele. Estaba debajo del agua.

—No te preocupes —dijo Caviloso—, porque aunque estás a una gran profundidad, la presión no puede lastimarte.

—Bien.

—Y el agua hirviendo debería sentirse tibia.

—Bien.

—Y el terrible flujo ascendente de minerales venenosos no pueden lastimarte porque, por supuesto, no estás realmente allí.

—Entonces, en conjunto, me estoy riendo —dijo pesimista Rincewind, observando el tenue brillo delante de él.

—Son dioses, definitivamente —dijo el ArchiCanciller—. Los dioses han aparecido cuando les dimos la espalda. No puede haber otra explicación.

—Entonces parecen muy poco ambiciosos —sorbió el Discutidor Mayor—. Quiero decir, se esperan humanos, ¿verdad? No... esos globitos que se ven. No van a inclinarse a venerar a nadie, ¿verdad?

—No donde están —dijo Ridículo—. ¡El planeta está lleno de defectos! No debería haber fuego *debajo* del agua. ¡Eso es contra la naturaleza!

—Dondequiera que miras, pequeños globitos —dijo el Discutidor Mayor—. Por todas partes.

—Globitos —dijo el Profesor en Runas Recientes—. ¿Pueden orar? ¿Pueden construir templos? ¿Pueden hacer la guerra santa contra globitos

menos iluminados?

Caviloso sacudió la cabeza tristemente. Los resultados de HEX eran bastante claros. Nada sólido podía cruzar la barrera hacia Mundoglobo. Era posible, con el suficiente esfuerzo taumatúrgico, pero eso era todo. Por supuesto, se podía especular que el pensamiento podría entrar allí, pero si ese era el caso, los hechiceros estaban pensando pensamientos muy aburridos. 'Globitos' no era realmente una buena palabra para lo que en ese momento estaba flotando en los mares calientes y subiéndose a las rocas. Tenía demasiados matices de regocijo febril y excitación.

—Ni siquiera se están moviendo —dijo Ridículo—. Sólo flotan por allí.

—Flotan por allí, haha —dijo el Discutidor Mayor.

—¿Podemos... ayudarlos de alguna manera? —dijo el Profesor en Runas Recientes—. Ya sabes... ¿a hacerlos mejores globitos? Siento que tenemos alguna responsabilidad.

—Pueden ser tan buenos como son los globos —dijo Ridículo—. ¿Qué pasa con ese muchacho Rincewind?

Se volvieron. En su círculo de humo la figura vestida estaba haciendo frenéticos movimientos de correr.

—¿No piensas, pensándolo bien, que puede no haber sido una buena idea miniaturizar su imagen en Mundoglobo? —dijo Ridículo.

—Era la única manera en que podíamos ponerlo dentro de ese pequeño pozo de rocas donde HEX quería mirar, señor —dijo Caviloso—. No tiene que ser de ningún tamaño en particular. El tamaño es relativo.

—¿Es por eso que sigue llamando a su madre?

Caviloso entró en el círculo y frotó unas runas importantes.

—¿Qué idiota me puso *allí*? —dijo—. ¡Dioses, es horrible! ¡El tamaño de algunas de esas cosas!

—Realmente son diminutas —dijo Caviloso, ayudándole.

—¡No cuando eres más pequeño que ellas!

—Mi querido muchacho, no tienen posibilidad de *lastimarte*. No tienes nada que temer, sólo al temor.

—Oh, ¿es así? ¿Qué ayuda es ésa? ¿Crees que eso mejora las cosas? Bueno, déjame decirte, algo de ese temor puede ser grande y apestoso...

—Cálmate.

—La próxima vez quiero ser grande, ¿entiendes?

—¿Trataron de comunicarse contigo de alguna manera?

—¡Solamente me azotaron con sus grandes bigotes! ¡Fue peor que ver a los hechiceros discutir!

—Sí, dudo que sean muy inteligentes.

—Bueno, tampoco lo son las criaturas del pozo.

—Me pregunto —dijo Caviloso, deseando tener una barba para acariciar pensativo—, si tal vez podrían... mejorar con el...

VEINTICUATRO

A PESAR DE LO CUAL...

ESO AZUL EN EL MAR DE MUNDOGLOBO no es un químico -bueno, no en el sentido *simple* y químico de la palabra. Es una masa de bacterias llamadas cianobacterias. Otro nombre para ellas es 'alga azul-verde', lo que es maravillosamente confuso. Las llamadas algas azul-verde *modernas* son habitualmente rojas o marrones, pero las antiguas *eran* azul-verde, probablemente. Y las algas azul-verde son realmente bacterias, mientras que la mayoría de las otras algas tienen células con núcleos y todo eso y no son bacterias. El color azul-verde viene de la clorofila, pero de una clase diferente a la de las plantas, junto con un químico amarillo anaranjado denominado carotenoide.

Las bacterias aparecieron sobre la Tierra al menos hace 3.5 billones de años, apenas unos cientos de millones de años después de que la Tierra se enfriara hasta el punto que las criaturas vivientes pudieran sobrevivir sobre ella. Sabemos esto por las extrañas estructuras en capas encontradas en rocas sedimentarias. Las capas pueden ser delgadas y discontinuas, pueden formar enormes pilares ramificados, o pueden ser volutas muy complicadas como las hojas de un repollo. Algunos depósitos son de media milla de espesor y cubren cientos de millas. La mayoría data de unos 2 billones de años atrás, pero los de Warrawoona, Australia, tienen 3.5 billones de años.

Al comienzo, nadie sabía qué eran estos depósitos. En los 50 y 60 fueron revelados como indicios de comunidades de bacterias, especialmente de cianobacterias.

Las cianobacterias se reúnen en aguas poco profundas para formar mantas flotantes enormes, como de fieltro. Secretan una gelatina espesa como protección contra la luz ultravioleta, y eso causa que los sedimentos se peguen a la manta. Cuando la capa de sedimentos llega a espesar tanto que bloquea la luz, las bacterias forman una nueva capa, y siguen así. Cuando las capas se fosilizan se convierten en estromatolitos, los que parecen grandes cojines. Los hechiceros no estaban esperando vida. Mundoglobo opera sobre reglas, pero la vida no -o eso es lo que ellos creen. Los hechiceros ven una marcada discontinuidad entre vida y no-vida. Ese es el problema de esperar que las *transformaciones* tengan límites -o imaginar

que debería ser fácil clasificar todos los objetos en las categorías 'vivo' o 'muerto'. Pero no es posible, aún ignorando el flujo del tiempo, en el que 'vivo' se puede *convertir* en 'muerto' -y viceversa. Una hoja 'muerta' ya no es parte de un árbol, pero muy bien puede tener algunas células que revivan.

La mitocondria, la parte de una célula que genera su energía química, solía ser una vez un organismo independiente. ¿Está vivo un virus? Sin su anfitrión bacteria no se puede reproducir -pero tampoco puede el ADN copiarse a sí mismo sin la máquina química de una célula.

Solíamos construir modelos químicos 'simples' de los procesos de la vida, en la esperanza de que una red suficientemente compleja de química pudiera 'imitarse' -volverse auto referencial, auto copia. Estaba el concepto de 'sopa primigenia', montones de químicos simples disueltos en el océano, chocando unos contra otros al azar, y sólo ocasionalmente formando algo más complicado. Resulta que no es la manera de hacerlo. No se debe trabajar duro para hacer química compleja del mundo real: es lo que sobra. Es fácil hacer químicos complicados. El mundo está lleno de ellos. El problema está en mantener esa complejidad organizada.

¿Qué se considera vida? Todos los biólogos suelen tener que estudiar una lista de propiedades: capacidad de reproducción, sensibilidad a su entorno, empleo de energía, y cosas así. Hemos avanzado. La 'autopoeisis', que es la capacidad de hacer químicos y estructuras relacionadas con la propia reproducción, no es una mala definición, excepto que la vida moderna ha evolucionado más allá que esas primeras necesidades. Los biólogos de hoy prefieren ponerse a un costado del asunto y definir la vida como una propiedad de la molécula de ADN, pero lleva la cuestión más profunda de la vida a un tipo general de proceso. Puede ser que ahora estemos definiendo vida de la misma manera que es definida la 'ciencia ficción' -que es hacia donde apuntamos cuando usamos el término.³⁹

La idea de que la vida pueda de alguna manera auto iniciarse es aún controversial para muchas personas. Sin embargo, resulta que encontrar rutas plausibles para la vida es fácil. Debe haber, al menos, treinta.

Es difícil decidir cuál, de todas, fue la ruta realmente tomada, porque las posteriores formas de vida destruyeron casi toda la evidencia. Esto

³⁹ Todos saben qué es ciencia ficción... hasta que se comienzan a hacer algunas preguntas como, ¿Es un libro que relata algo que sucede cinco años en el futuro *automáticamente* ciencia ficción? ¿Es ciencia ficción solamente porque sucede en otro mundo, o es fantasía simple con lo básico en la forma? ¿Es ciencia ficción si el autor piensa que no lo es? ¿Tiene que ser en el futuro? ¿Acaso la presencia de Doug McClure significa que la película es de ciencia ficción, o simplemente que el cociente de los hombres-con-traje-de-goma será alto? Uno de los mejores libros de ciencia ficción jamás escrito fue *The Evolution Man*, el último de Roy Lewis; no hay tecnología más sofisticada que un arco, sucede en el pasado lejano, los personajes son apenas algo más que hombres-mono... pero, no obstante, es ciencia ficción.

puede no importar mucho: si la vida no tomó la ruta que tomó, podría haber tomado una de las otras, o una de las cientos que no hemos pensado aún.

Una ruta posible desde el mundo inorgánico hasta la vida, sugerida por Graham Cairns-Smith, es la arcilla. La arcilla puede formar estructuras microscópicas complicadas, y frecuentemente 'copia' una estructura existente agregándole una capa adicional, la cual después cae y se convierte en el punto de partida de una nueva estructura. Los compuestos del carbono se pueden pegar a la superficie de la arcilla, donde pueden actuar como catalizadores para la formación de moléculas complejas de la clase que vemos en las criaturas vivas -proteínas, aún el ADN. De modo que los organismos de hoy pueden haber enganchado un paseo evolutivo sobre la arcilla.

Una alternativa, es la sugerencia de Guntjer Wachterhauser de que la pirita, un compuesto del hierro y del azufre, pudo haber provisto la fuente de energía necesaria para una bacteria. Aún hoy encontramos bacterias a millas bajo tierra, y cerca de los respiraderos volcánicos en el fondo de los océanos, que usan la energía de las reacciones del hierro/azufre. Estos son las fuentes de los 'surgentes de minerales venenosos' notados por Rincewind. Es completamente concebible que la vida comience en ambientes similares.

Sin embargo, un problema potencial con los respiraderos volcánicos es que muy frecuentemente se bloquean, y otro se abre en algún otro lugar. ¿Cómo podrían los organismos pasar a salvo a través de las aguas frías intermedias? En 1998, Kevin Speer se dio cuenta de que la rotación de la Tierra causa el giro de los chorros de agua caliente de los surtidores, formando una especie de tornado caliente por debajo del agua que se mueve a través de las profundidades. Los organismos podían enganchar un paseo como éste. Algunos podrían haberse bajado en el siguiente respiradero. Algunos tal vez no, pero eso no importa -todo lo que se necesita es que haya *suficientes* sobrevivientes.

Es interesante notar que durante el Cretáceo, cuando los mares eran mucho más calientes que ahora, estos chorros calientes podían haberse elevado desde la superficie del océano, donde pueden haber formado 'hipercanes' -como huracanes pero con velocidades del viento cerca de la del sonido. Esto hubiera causado trastornos climáticos mayores sobre un planeta que, como veremos, no es el lugar moderadamente pacífico que tendemos a creer que es.

Las bacterias pertenecen al grado de organismos conocido como

procariotas. Se dice frecuentemente que son 'unicelulares', pero varias criaturas unicelulares son mucho más complejas y muy diferentes de las bacterias. Las bacterias no son verdaderas células, sino algo más simple; no tienen pared celular ni núcleo. Las verdaderas células, y las criaturas unicelulares y las multicelulares, llegaron más tarde, y son denominadas eucariotas. Probablemente surgieron cuando varias procariotas diferentes unieron fuerzas para mutuo beneficio -un truco conocido como simbiosis. Los primeros fósiles eucariotas son unicelulares, como amebas, y aparecen hace 2 billones de años. Los primeros fósiles de criaturas multicelulares son algas de un billón de años atrás... pueden ser tan viejos como 1.8 billones de años.

Ésta era la historia como la entendían los científicos hasta 1998: animales como artrópodos y otras bestias complejas comenzaron a existir al menos hace 600 millones de años, y que hasta hace 540 millones de años las únicas criaturas eran muy extrañas -bastante diferentes de las que andan hoy por aquí.

Estas criaturas son conocidas como Ediacaranas, por un lugar en Australia donde fueron encontrados los primeros fósiles.⁴⁰ Podían crecer hasta un metro o más, pero tanto como se puede saber del registro del fósil, parece que no tenían órganos internos u orificios externos como boca o ano (deben haber sobrevivido digiriendo bacterias simbióticas dentro de ellas, o por otros procesos que solamente podemos adivinar). Algunas eran aplastadas, y reunidas en mantos. No tenemos idea si las Ediacaranas fueron nuestros distantes ancestros, o si eran el punto final, una forma de vida destinada a fallar. No importa: estaban por aquí entonces, y tanto como sabe cualquiera, no había mucho más. Sin embargo, también hay señales de fósiles de cáscaras de gusanos y algunos fósiles muy recientes parecen... pero nos estamos adelantando a la historia. La cuestión es que casi toda la vida ediacarana aparentemente no estaba relacionada con lo que vino después.

Hace unos 540 millones de años, las Ediacaranas del Precámbrico fueron sucedidas por las criaturas del Cámbrico. Durante los primeros diez millones de años, estas bestias también fueron bastante raras, dejando detrás fragmentos de espinas y púas que son presumiblemente restos de esqueletos prototípicos que aún no se unieron. En ese punto, la naturaleza de repente aprendió cómo unir esqueletos, y mucho más: es el tiempo conocido como Explosión Cámbrica. Veinte millones de años más tarde

⁴⁰ Tuvieron la suerte, dados los nombres de algunos lugares de Australia, de que terminaran *sonando* como una especie menor de *Star Trek*. (Nota de los autores)

virtualmente casi todos los esquemas corporales encontrados en los modernos animales estaban en existencia: todo lo posterior fueron simples reparaciones. Sin embargo, la real innovación de la Explosión Cámbrica fue menos obvia que unir esqueletos o colmillos o conchas o miembros. Fue un *nuevo tipo de esquema corporal*. El diploblasto fue sobrepasado por el triploblasto...

Lo siento, ArchiCanciller. Queremos decir que las criaturas comenzaron a colocar una nueva capa entre ellas y el universo. Las Ediacaranas y las modernas medusas son diploblastos -criaturas de dos capas. Tienen un adentro y un afuera, como una bolsa de papel grueso. Las criaturas de tres capas como nosotros y prácticamente todo alrededor se denomina triploblasto. Tenemos un adentro, un afuera y un *entre medio*.

El *entre medio* fue el gran salto hacia adelante, o al menos la gran patinada. *Entre medio* se puede poner lo que se necesita proteger, como los órganos internos. En un sentido, uno ya no es parte del ambiente -también hay un tú. Y como alguien que ahora tiene un trozo de su propia propiedad, se puede comenzar a mejorar. Esto es un mentir-a-niños, pero es una buena mentira. Los triploblastos jugaron un rol crucial en la evolución, precisamente porque ellos *tenían* órganos internos, y en particular ellos podían ingerir alimento y excretarlo. Su excremento se convirtió en el mayor recurso de otras criaturas; para obtener un mundo interesante y complicado es de vital importancia que suceda la mierda.

Pero, ¿de dónde vinieron todos esos triploblastos? ¿Eran extensiones de las Ediacaranas? ¿O vinieron de algo más que no dejó fósiles?

Es difícil ver cómo pudieron venir de las Ediacaranas. Sí, una capa adicional de piel podía haber aparecido, pero, tanto como esa capa extra, era necesaria un montón de organización para aprovecharla. Esa organización tuvo que venir de algún lugar. Aún más, había esas ocasionales huellas atormentadoras de lo que podían haber sido triploblastos Precámbricos -fósiles no de gusanos, los que podría haber encajado, sino de cosas que podían haber sido rastros hechos por gusanos en el lodo húmedo.

Y entonces, otra vez, podría ser que no.

En febrero de 1998 lo averiguamos.

El descubrimiento dependía de dónde -y en este caso, cómo- se buscaran los fósiles. Una forma de formarse los fósiles es por petrificación. Hay una manera pobremente conocida de petrificación que puede suceder muy rápidamente -apenas unos días. Las partes blandas de un organismo muerto son reemplazadas por fosfato de calcio. Desafortunadamente para los paleontólogos, este proceso funciona solamente con organismos que

tienen aproximadamente un décimo de pulgada (2 mm) de largo. Sin embargo, algunas cosas interesantes son así de pequeñas. Desde 1975 y en adelante, los científicos encontraron especímenes maravillosamente bien conservados de artrópodos antiguos diminutos -criaturas como ciempiés con varios segmentos. En 1994 encontraron bolas fosilizadas de células de embriones -etapas tempranas en el desarrollo de un organismo- y pensaron que eran de triploblastos embrionarios. De todos modos, todas estas criaturas debían haber existido después de las Ediacaranas. Pero en 1998, Shuhai Xiao, Yung Zhang y Andrew Knoll descubrieron embriones fosilizados en una roca de China que tiene 570 millones de años -plantada en medio de la era Ediacarana. Y todos esos embriones eran triploblastos.

Cuarenta años antes de la Explosión Cámbrica había triploblastos sobre la Tierra, viviendo justo al lado de las enigmáticas Ediacaranas.

Nosotros somos triploblastos. En algún lugar del Precámbrico, rodeados por Ediacaranas sin boca y sin órganos, comenzó nuestra herencia.

Solía pensarse que la vida era delicada, un fenómeno altamente desusado: difícil de crear, fácil de destruir. Pero dondequiera que miramos en la Tierra encontramos criaturas vivientes, frecuentemente en ambientes que hubiéramos esperado fueran hostiles hasta lo imposible. Comienza a verse como si la vida fuera un fenómeno extremadamente robusto, propenso a aparecer en cualquier lugar remotamente adecuado. ¿Qué tiene la vida para ser tan persistente?

En capítulos anteriores hablamos de dos maneras de salir de la Tierra, un cohete y un elevador espacial. Un cohete es una cosa que se vuelve usado, pero el elevador espacial es un proceso que continúa. Un elevador espacial requiere una enorme inversión inicial, pero una vez que se tiene, subir y bajar es esencialmente gratuito. Un elevador espacial que funciona parece contradecir todas las habituales reglas de la economía, que mira las transacciones individuales y trata de establecer un precio racional, en lugar de preguntar si el concepto de precio puede ser eliminado. También parece contradecir las leyes de conservación de energía, la manera física de decir que no se obtiene nada por nada. Pero como hemos visto, se puede -aprovechando los nuevos recursos que se vuelven disponibles una vez que se tiene el elevador funcionando.

Hay una analogía entre elevador espacial y vida. La vida parece contradecir las habituales reglas de la química y la física, especialmente la regla conocida como la segunda ley de termodinámica, que dice que las cosas no pueden ponerse espontáneamente más complicadas. La vida lo

hace porque, como el elevador espacial, se ha levantado hasta un nuevo nivel de operaciones, donde puede tener acceso a cosas y procesos que previamente estaban fuera de tema. La reproducción, en particular, es un método maravilloso para darle la vuelta a las dificultades de manufacturación de una cosa realmente complicada. Sólo construye una que se manufactura a sí misma. La primera debe haber sido increíblemente difícil -pero todo el resto viene sin esfuerzo adicional.

¿Qué es el elevador para la vida? Seamos un poco generales aquí, y miremos los rasgos comunes de todas las propuestas diferentes para el 'origen' de la vida. El principal parece ser la novedosa química que puede ocurrir en volúmenes pequeños adyacentes a superficies activas. Está a mucha distancia de los complejos organismos de hoy -aún está a mucha distancia de las bacterias de hoy, las que son notablemente más complicadas que sus antiguas predecesoras. Tienen que serlo, para sobrevivir en un mundo más complicado. Esas superficies activas podrían ser respiraderos volcánicos bajo el agua. O rocas calientes en la profundidad de la tierra. O podrían ser las costas del mar. Imaginemos capas de porquería molecular complicada (porque eso es fácil) y desorganizada (ídem) sobre rocas que son mojadas por las mareas e irradiadas por el sol. Cualquier cosa allí que sucede para producir un diminuto 'elevador espacial' establece una nueva línea de base para posteriores cambios. Por ejemplo, la fotosíntesis es un elevador espacial en cierto sentido. Una vez que alguna parte de la porquería la tiene, esa porquería puede utilizar la energía del sol en lugar de la propia, produciendo azúcares en corriente continua. Entonces tal vez el 'origen' de la vida era una enorme serie de diminutos 'elevadores espaciales' que condujeron, paso a paso, a una química organizada pero mucho más compleja.

VEINTICINCO

SELECCIÓN ANTINATURAL

EL BIBLIOTECARIO CAMINÓ SOBRE SUS NUDILLOS VELOZMENTE a través de las regiones exteriores de la biblioteca de la Universidad, aunque términos como 'exteriores' eran ya irrelevantes en una biblioteca tan profundamente inmersa en espacio-L.

Se sabe que el conocimiento es poder, y que el poder es energía, y que la energía es materia, y que la materia masa, y por lo tanto grandes acumulaciones de conocimiento distorsionan el tiempo y el espacio. Es por esto que todas las librerías se parecen, y por qué todas las librerías de segunda mano parecen mucho más grandes por dentro -y por qué todas las bibliotecas, de todos lados, están conectadas. Solamente el círculo más íntimo de bibliotecarios conoce esto, y tiene cuidado de guardar el secreto. Las civilizaciones no sobrevivirían largo tiempo si fuera conocido de forma generalizada que un giro equivocado en las estanterías conduciría hacia la biblioteca de Alejandría justo cuando los invasores buscan los fósforos, o que un diminuto remiendo del piso en la sección de referencias está compartido con la biblioteca del Colegio Braseneck, donde el Dr. Whitbury *probó* que los dioses no podían existir, justo antes de esa desafortunada tormenta.

El Bibliotecario estaba diciendo 'ook ook' para sí mismo en voz baja, de la misma manera que una persona ligeramente distraída busca de un lado para el otro y alrededor de la habitación diciendo 'tijeras, tijeras' en la esperanza de que esto cause que se re-materialicen. De hecho estaba diciendo 'evolución, evolución'. Había sido enviado a buscar un buen libro sobre eso.

Tenía una tarjeta de referencia muy complicada en la boca. Los hechiceros de la UU sabían todo acerca de la evolución. Era un hecho auto-evidente. Se toman algunos lobos, y por una cuidadosa selección antinatural a lo largo de generaciones se obtienen perros de todas las formas y tamaños. Se toman algunos árboles de manzanas silvestres y, por medio de una escalera, un buen pincel y un montón de paciencia, y se obtienen manzanas enormes y jugosas. Se toman algunos caballos del desierto, desaliñados y zaparrastrosos, y, con esfuerzo y un buen registro de antecedentes, se tiene un ganador. La evolución era una demostración del

narrativium en acción. Las cosas mejoran. Aún la raza humana estaba evolucionando, por medio de la educación y otros beneficios de la civilización; había comenzado con personas en cavernas y de modales bastante malos, y ahora había producido el profesorado de la Universidad Unseen, más allá de la cual probablemente era imposible evolucionar.

Por supuesto, había personas que ocasionalmente proponían ideas más radicales, pero eran como las personas que pensaban que el mundo realmente *era* redondo, o que los extraterrestres estaban interesados en el contenido de su ropa interior.

La selección antinatural era un hecho, pero los hechiceros sabían, ellos *sabían*, que no se podía comenzar con bananas y obtener peces.

El Bibliotecario echó una mirada a la tarjeta y dio unos giros sorprendidos. Se escuchó la explosión ocasional de ruido del otro lado de los estantes, cambiando rápidamente como si alguien estuviera jugando con puñados de sonido, y parpadeando en el aire. Alguien que hablaba fue reemplazado por el silencio absorbente de las habitaciones vacías, reemplazado con el crujir de las llamas y desplazado por la carcajada...

Eventualmente, después de mucho caminar y trepar, el Bibliotecario estaba enfrente de un blanco muro de libros. Se trepó en ellos con la bibliotecárica confianza y se derritieron delante de él.

Estaba en alguna clase de estudio. Tenía filas de libros, aunque con menos que las que el Bibliotecario hubiera esperado encontrar en tan importante nodo de espacio-L. Tal vez había sólo *un* libro... y allí estaba, lanzando radiación-L de una potencia que el Bibliotecario había encontrado pocas veces fuera de los libros de magia sería en las celdas cerradas de la Universidad Unseen. Era un libro y padre de libros, el progenitor de toda una raza que palparía por siglos...

También, desafortunadamente, estaba aún siendo escrito.

El autor, con la pluma quieta en la mano, estaba mirando fijo al Bibliotecario como si hubiera sido un fantasma.

Con excepción de su cabeza calva y una barba que ni siquiera un hechicero le envidiaría, se *parecía* muy, pero muy mucho al Bibliotecario.

—Mi dios...

—¿Ook? —el Bibliotecario esperaba no haber sido visto. El escritor debía tener algo muy pertinente en mente.

—¿Qué clase de sombra eres...?

—Ook.⁴¹

Una mano se extendió temblorosa. Sintiendo que algo se esperaba de

⁴¹ 'Marrón rojizo'. (Nota de los autores)

él, el Bibliotecario extendió la suya, y las puntas de los dedos se tocaron.

El autor parpadeó.

—Dime, entonces —dijo—, ¿es el Hombre un mono, o es un ángel?

El Bibliotecario se sabía ésta.

—Ook —dijo, lo que quería decir: Mono es mejor, porque no tienes que volar y se te permite tener sexo, a menos que trabajes en la Universidad Unseen, mala suerte.

Entonces retrocedió rápidamente, ookando ruidos apologéticos acerca del error menor en las coordenadas de espacio-tiempo, y corrió sobre los nudillos fuera de los intersticios del espacio-L, y agarró el primer libro que encontró que tenía la palabra 'Evolución' en el título.

El hombre barbado prosiguió escribiendo un aún más asombroso libro. Si sólo hubiera pensado en utilizar la palabra 'Ascención' podría no haber tenido todas esas molestias.

Pero otra vez, tal vez no.

HEX se permitió absorber más del... digamos... *conocimiento* futuro. Las palabras eran tan difíciles. Todo era contexto. Había demasiado que aprender. Era como tratar de entender una máquina gigante cuando no se entendía un destornillador.

Algunas veces HEX pensaba que estaba tomando instrucciones fragmentarias. Y que más allá, mucho más allá, en la sopa de conceptos había pequeñas frases desajustadas que tenían sentido pero que parecían no ser sensatas. Algunas llegaban encubiertas.

Aún mientras HEX estaba considerando esto, llegó otra y ofrecía una oportunidad de hacer \$\$\$ Mientras Te Sientas Tan Campante!!!!!!! Lo consideró imposible.

El título que el Bibliotecario había traído era *La Guía de Personas Jóvenes Hacia La Evolución*.

El ArchiCanciller pasaba las hojas con cuidado. Estaban bien ilustradas. El Bibliotecario conocía a sus hechiceros.

—¿Y éste es un buen libro sobre evolución? —dijo el ArchiCanciller.

—Ook.

—Bueno, esto no tiene sentido para mí —dijo el ArchiCanciller—. Quiero decir, ¿a qué demonios se refiere esta figura?

Mostraba, sobre la izquierda, la figura de un hombre-mono, bastante encorvado. A medida que cruzaba la página, se enderezaba gradualmente y se volvía considerablemente menos peludo, hasta que llegaba

confiadamente al otro borde de la página, tal vez complacido por haber realizado tan peligroso viaje sin haber mostrado los genitales en ningún momento.

—Se parece a mí cuando me levanto por la mañana —dijo el Decano, que estaba leyendo por encima de su hombro.

—¿Dónde se ha ido el cabello? —preguntó Ridículo.

—Bueno, algunas personas se afeitan —dijo el Decano.

—Este libro es muy extraño —dijo Ridículo, mirando acusadoramente al Bibliotecario, quien se mantenía quieto porque de hecho estaba un poco preocupado. Sospechaba que podía haber alterado la historia, o al menos *una* historia, y que en su vuelo de regreso a la seguridad de la UU había tomado el primer libro que parecía como si fuera adecuado para personas de muy alto CI pero de edad mental de diez. Estaba en una desviación, lejos de sus habituales planes de exploración, y había sillas rojas muy pequeñas en ella.

—Oh, ya lo tengo. Es una historia de hadas —dijo Ridículo—. Sapos que se vuelven príncipes, ese tipo de cosas. Miren acá... hay algo sobre nuestros globitos, y entonces estos peces, y entonces esto es un... tritón, y entonces es una especie de dragón, hah, entonces es un ratón, y entonces un mono, y entonces es un hombre. Esta clase de cosas sucede todo el tiempo afuera, en las verdaderas áreas rurales, ya saben, donde algunas de las brujas pueden ser bastante vengativas.

—Los Omnianos creen algo como esto, ya saben —dijo el Discutidor Mayor—. Om comenzó haciendo cosas simples como serpientes, dicen ellos, y siguió trabajando hasta hacer al Hombre.

—¿Como si la vida fuera modelar arcilla? —dijo Ridículo, que no era hombre paciente con la religión—. ¿Se comienza con cosas simples y se progresa a elefantes y aves las que no se paran apropiadamente cuando las colocas? Hemos *hallado* al Dios de la Evolución, caballeros... ¿recuerdan? La evolución natural mejora solamente la especie. No puede *cambiar* nada.

Su dedo repicó sobre la siguiente página del libro brillantemente coloreado.

—Caballero, esto es simplemente una especie de libro de magia, posiblemente acerca de la Hipótesis de Rebote Mórfico.⁴² Miren esto —La

⁴² ...el cual ha engordado hechiceros por varios años. La discusión corría así: era bastante fácil convertir a alguien en sapo, y bastante fácil convertirlo en, digamos, un ratón blanco. Extrañamente, considerando la similitud básica de forma y tamaño, convertir a alguien en un orangután tomó una vasta cantidad de poder y fue solamente una explosión en los intensos confines taumatúrgicos de la Biblioteca lo que había posibilitado el truco. Convertir a alguien en un árbol era mucho, pero mucho más difícil que eso, aunque convertir una calabaza en un coche era tan fácil que hasta una vieja loca lo pudo hacer. ¿Había alguna clase de marco dentro del cual todo esto encajara?

La actual hipótesis era que la mayoría de los hechizos de Cambio desenredaban el campo mórfico de la

figura mostraba un lagarto muy grande, seguido por un ave—. Los lagartos no se convierten en aves. Si lo hicieran, ¿por qué aún tenemos lagartos? Las cosas no pueden decidir por *sí mismas* qué forma tendrán. ¿No es verdad, Tesorero?

El Tesorero asintió felizmente. Estaba a medio camino a través del escrito de HEX acerca de las físicas teóricas del universo del Proyecto y, hasta ahora, había entendido cada palabra. Estaba particularmente feliz por las limitaciones en la velocidad de la luz. Le veía sentido, absolutamente.

Tomó un crayón y escribió en el margen: 'Asumiendo que el universo sea un pistón curvado negativamente y no- piramidal -lo que es más o menos obvio- se puede deducir su topología por la observación de las mismas galaxias en diferentes direcciones', pensó un momento y agregó: 'Serán necesarios algunos viajes'.

Por supuesto, él era un matemático natural, y una cosa que quiere hacer un matemático natural es salir de sus reales malditas sumas tan rápido como sea posible y deslizarse hasta esas colinas brillantemente soleadas donde todo es explicado con letras en alfabeto extranjero, y nadie le grita. Esto era aún mejor que eso. La idea dura-de-tragar de que había docenas de dimensiones medidas donde no se podían ver era gelatina con helado de crema para un hombre que veía *montones* de cosas donde nadie más las veía.

victima hacia abajo, hasta un nivel muy básico, y entonces 'rebotaban'. Un sapo era bastante simple, de modo que no tenían que rebotar muy lejos. Un mono, al ser casi humano en varios aspectos, podría significar un largo camino de retorno. No se puede convertir a alguien en un árbol porque no hay manera de llegar desde aquí, pero una calabaza puede ser convertida en un coche de madera porque está bastante cerca de él en el espacio vegetal.

Los hechiceros estaban de acuerdo en que todo esto parecía encajar bien, y que por ello era cierto.

Si William de Occam había sido un hechicero en la Universidad Unseen, habría tenido barba. (Nota de los autores)

VEINTISÉIS

LA DESCENDENCIA DE DARWIN

LOS HECHICEROS CONOCIERON EL DIOS DE LA EVOLUCIÓN en *El Último Continente*. Hizo las cosas del modo en que un dios debe hacerlas:

—Asombrosa obra de arte —dijo Ridículo, emergiendo del elefante—. Muy buenas ruedas. Pintas estas partes antes de ensamblarlas, ¿verdad?

El Dios de la Evolución construye criaturas trozo a trozo, como un carnicero en reversa. Le gustan las serpientes y los gusanos porque son muy fáciles -se pueden hacer de chorizos como los niños con arcilla de modelar. Pero una vez que el Dios de la Evolución ha *hecho* una especie, ¿puede cambiar? Lo hace en Mundodisco, porque el Dios corre por allí haciendo ajustes apresurados... ¿pero cómo funciona sin tal divina intervención?

Todas las sociedades que tienen animales domésticos, sean perros de caza o puercos comestibles, saben que las criaturas vivientes pueden sufrir graduales cambios de forma de una generación a la otra. La intervención humana, en la forma de 'selección no-natural', puede *crear* puercos delgados y largos que provean más tocino por pierna.⁴³ Los hechiceros saben esto, y también lo sabían los victorianos. Sin embargo, hasta el siglo XIX nadie parecía haberse dado cuenta de que un proceso muy similar podría haber explicado la notable diversidad de vida sobre la Tierra, desde las bacterias hasta los batracios, desde las naranjas hasta los orangutanes.

No apreciaron esa posibilidad por dos razones. Cuando se criaban perros lo que se obtenía eran diferentes clases de perros -no bananas o peces. Y la cruce de animales era la clase más pura de magia: si un ser humano *quería* un perro largo y delgado, y si comenzaba con uno corto y gordo, y si sabían cómo funcionaba el truco (si, por decirlo de alguna manera, recitaban los 'hechizos' correctos) entonces podían *obtener* un perro largo y delgado. Las bananas, aunque fueran largas y delgadas, *no* eran un buen punto de partida. Los organismos no podían cambiar de especie, y solamente cambiaban de forma dentro de su *propia* especie porque las personas así lo querían.

Alrededor de 1850, dos personas independientemente comenzaron a

⁴³ La cantidad de tocino por pierna es en promedio ligeramente mayor que un cuarto de la cantidad por cabeza. (Nota de los autores)

preguntarse si la naturaleza podía jugar un juego similar, pero en una escala de tiempo mucho mayor y de una manera mucho más grande -y sin ninguna clase de propósito o meta (lo que ha sido el defecto en las reflexiones previas sobre el mismo tema). Ellos consideraron una magia auto-propulsada: la selección 'natural' como lo opuesto a la selección por las personas. Una de esas personas era Alfred Wallace; la otra -mucho más conocida hoy- era Charles Darwin. Desde 1831 hasta 1836 estuvo contratado como naturalista a bordo del *HMS Beagle*, y su trabajo consistía en observar plantas y animales y tomar nota de lo que veía. En una carta de 1877 dice que mientras estaba en el *Beagle* creía en la 'permanencia de las especies', pero que a su regreso a casa en 1836 comenzó a pensar acerca del profundo significado de lo que había visto, y se dio cuenta de que 'varios hechos indicaban la ascendencia común de las especies'. Con esto quiso decir que las especies que eran diferentes ahora probablemente provenían de ancestros que pertenecieron alguna vez a la *misma* especie. Las especies debían ser capaces de cambiar. Esa no era una idea enteramente nueva, pero también encontró un *mecanismo* efectivo para tales cambios, y eso *era* nuevo. Mientras tanto, Wallace estaba estudiando la fauna y la flora de Brasil y de las Indias Orientales, y comparando lo que vio en las dos regiones, y llegando a similares conclusiones -y a una explicación bastante parecida. En 1858 Darwin aún estaba meditando acerca de sus ideas, considerando una gran publicación de todo lo que quería decir acerca del tema, mientras Wallace estaba listo para publicar un artículo corto que contenía la idea principal. Siendo un verdadero caballero inglés, Wallace advirtió a Darwin sobre sus intenciones de modo que Darwin pudiera publicar algo antes, y Darwin escribió una corta nota para la Sociedad Linneo, seguida un año después por el libro *El Origen de las Especies* -un gran libro, pero no a la escala majestuosa que Darwin había intentado originalmente. El artículo de Wallace apareció, poco tiempo después, en el mismo periódico, pero ambos fueron oficialmente 'presentados' a la Sociedad en el mismo encuentro.

¿Cuál fue la reacción inicial ante estos artículos terribles? En el informe anual de dicho año, el Presidente de la Sociedad, Thomas Bell, escribió que 'El año no ha sido señalado por ninguno de esos descubrimientos asombrosos que alguna vez revolucionaron, por así decirlo, el departamento de ciencia en la que sucedieron'. De todos modos, esta percepción cambió rápidamente ante la enormidad en que la teoría de Darwin y Wallace comenzaba a hurgar, y tomaron mucha madera de los hermanos espirituales de Necesitaron Ridículo para atreverse a aparecer con una alternativa

verosímil de la creación Bíblica. ¿Qué era esta alternativa trascendental? Una idea tan simple que todos la han olvidado. Dicen que Thomas Huxley señaló, al leer *Orígenes*: 'Qué tremendamente estúpido no haber pensado en esto'.

Esta es la idea. No se necesita un ser humano para empujar a los animales hacia nuevas formas; lo hacen por sí mismos -más precisamente: *unos a los otros*. Éste era el mecanismo de selección natural. Herbert Spencer, quien hizo el importante trabajo periodístico de interpretación de la teoría de Darwin para las masas, acuñó la frase, 'supervivencia del más apto' para describirlo. La frase tenía la ventaja de convencer a todos de que comprendían lo que Darwin estaba diciendo, y tenía la desventaja de convencer a todos de que comprendían lo que Darwin estaba diciendo. Era un clásico mentir-a-niños, y esconde varias críticas a la evolución hasta la fecha, causando que se apunte a un objetivo largamente repudiado, además de dar un trasfondo 'científico' falso a algunas teorías políticas extremadamente estúpidas y desagradables.

Comenzando con una enorme cantidad de observaciones de varias especies de plantas y animales, Darwin se había convencido de que los organismos podían cambiar por su propio acuerdo, tanto como pudieron cambiar -a lo largo de enormes periodos de tiempo- que dieron surgimiento a nuevas especies.

Imaginemos un montón de criaturas de la misma especie. Están en competencia por recursos, tales como comida -competencia con cada uno de los otros y con animales de otras especies. Ahora supongamos que por un azar, uno o más de estos animales tiene vástagos que son *mejores* en ganar la competencia. Entonces es posible que esos animales sobrevivan el tiempo suficiente para producir la siguiente generación, y la siguiente generación *también* es mejor en ganar. En contraste, si uno o más de estos animales tiene vástagos que son peores en ganar la competencia, entonces es probable que esos animales produzcan una exitosa generación -y aunque lo hicieran, esa siguiente generación es aún peor en ganar. Aún una diminuta ventaja, a lo largo de varias generaciones, conducirá a una población compuesta casi enteramente por los nuevos ganadores de alta potencia. De hecho, el efecto de cualquier ventaja crece como el interés compuesto, de modo que no lleva mucho tiempo. Selección natural suena como una idea muy honesta, pero palabras como 'competencia' y 'ganar' son tendenciosas. Es fácil llevarse una impresión equivocada de lo sutil que debe ser la evolución. Cuando un pichón cae del nido y es tragado por un gato que pasa, es fácil ver la batalla por la supervivencia como siendo peleada entre el ave y el gato. Pero si *esa* es la competencia, entonces los gatos son claros

ganadores -entonces, ¿por qué no han evolucionado todas las aves? ¿Por qué no hay sólo gatos?

Porque los gatos y las aves hace mucho tiempo llegaron, inconscientemente, a una acomodación mutua en la cual *ambos* pueden sobrevivir. Si las aves pudieran criarse sin control, habría pronto demasiadas aves para que el suministro de comida las sustentara. Un estornino hembra, por ejemplo, pone 16 huevos en su vida. Si todos sobrevivieran, y esto continuara, la población de estorninos se multiplicaría por ocho en cada generación -16 bebés por cada dos padres. Tal crecimiento 'exponencial' es asombrosamente rápido: en la generación 70 una esfera del tamaño del sistema solar podría ser ocupada enteramente por estorninos (en vez de golondrinas, lo que parece ser su destino natural).

El único 'ritmo de crecimiento' de población que funciona es tal que para cada par de estorninos adultos produzca, en promedio, exactamente un par de estorninos adultos. Reemplazos, y nada más -y nada menos. Cualquier cosa más que reemplazos, y la población explota; cualquier cosa menos, y eventualmente se extingue. De modo que de los 16 huevos, un promedio de 14 no sobrevivirá para reproducirse. Y allí es donde entra el gato, al mismo tiempo que todas las otras cosas que lo hacen ser ave, especialmente una joven. En cierto modo, los gatos les hacen un favor a las aves - colectivamente, aunque tal vez no como individuos. (Eso depende de que si uno es uno de los dos que sobreviven para reproducirse, o uno de los 14 que no).

Un poco más obvio es que las aves les hacen un favor a los gatos -el alimento de gatos cae literalmente del cielo, el maná del cielo. De modo que lo que detiene que la cosa se vaya de las manos es que si un grupo de gatos glotones se desarrolla en algún lugar, rápidamente se comen a sí mismos. Los gatos más protegidos de la vecindad sobreviven para reproducirse, y rápidamente toman el territorio vacío. De modo que esos gatos que sólo comen suficientes aves para mantener su suministro de alimentos ganarán la competencia *contra los gatos glotones*. Los gatos y las aves no están *compitiendo* porque no están jugando el mismo juego. Las verdaderas competencias son entre gatos y otros gatos, y entre aves y otras aves. Este proceso puede parecer un desperdicio, pero no lo es. Un estornino hembra no tiene problemas en poner sus 16 huevos. La vida es reproductiva -hace copias razonablemente aceptables, aunque no exactas de sí misma, y 'económicamente'. La evolución puede fácilmente 'ensayar' varias posibilidades diferentes, y descartar las que no funcionan. Y esa es una manera asombrosamente efectiva de quedarse con lo que *sí* funciona.

Como Huxley dijo, es una idea obvia. Eso causó mucho problema de los religiosos porque le quita el brillo a uno de sus argumentos favoritos, el argumento del diseño. Las criaturas vivientes parecen ser tan perfectas que seguramente debieron haber sido diseñadas -y si es así, debe haber habido un Diseñador. El Darwinismo hizo claro que un proceso de variación al azar y sin propósito, y orientado por una selección auto inducida, puede lograr resultados igualmente impresionantes, de modo que puede haber una apariencia de diseño sin Diseñador.

Hay muchos detalles del Darwinismo que aún no están comprendidos, como con toda la ciencia, pero la mayoría de las obvias maneras de tratar de derrotarla han sido respondidas efectivamente. El ejemplo clásico -aún rutinariamente esgrimido por creacionistas y otros aunque el mismo Darwin tuvo una respuesta bastante buena- es la evolución del ojo. El ojo humano es una estructura compleja, y todos sus componentes tienen que ajustar con un alto grado de precisión, o no funcionará. Si declaramos que esa compleja estructura ha evolucionado, debemos aceptar que evolucionó gradualmente. No puede haber llegado todo al mismo tiempo. Pero si es así, entonces en cada una de las etapas a lo largo del camino de la evolución el aún evolutivo proto-ojo debía ofrecer alguna clase de ventaja de supervivencia a la criatura que lo poseía. ¿Cómo pudo suceder esto? La pregunta es frecuentemente hecha en la forma, '¿De qué sirve medio ojo?', a lo que se espera una respuesta de 'nada', seguida por una rápida conversión a una religión o a la otra. 'Nada' es una respuesta razonable -pero a una pregunta equivocada. Hay montones de maneras de llegar a un ojo gradualmente que no requiere ser ensamblado trozo a trozo como un rompecabezas. La evolución no construye criaturas trozo a trozo como el Dios de la Evolución en *El Último Continente*. El propio Darwin señaló que en las criaturas vivas de sus días se podían encontrar toda clase de órganos sensibles a la luz -comenzando con trocitos de piel, luego incrementando su complejidad, su potencia de resumir la luz, y capacidad de detectar detalles finos, hasta estructuras tan sofisticadas como el ojo humano. Hay un continuum de órganos oculares en el mundo viviente, y cada criatura obtiene una ventaja al tener su propio tipo de dispositivo de sensibilidad a la luz, en comparación con criaturas similares que tienen un dispositivo ligeramente menos efectivo de la misma clase.

En 1994, Daniel Nilsson y Susanne Pelger, utilizaron una computadora para ver qué podía suceder en el modelo matemático de una superficie sensible a la luz, si se le permitía que cambiase de manera reducida, al azar, y biológicamente viable, con solamente los cambios que mejoraran su

sensibilidad en retener la luz. Encontraron que dentro de 400.000 generaciones -el evolutivo parpadeo de un ojo- esa superficie plana cambiaba gradualmente hacia un ojo reconocible, completado con una lente. La lente se inclinaba de manera diferente en diferentes lugares, como nuestro ojo, y diferente de nuestros anteojos normales. En cada diminuto paso a lo largo del camino, una criatura con el 'ojo' mejorado sería mejor que esos con la versión antigua.

En ninguna etapa había algo como 'medio ojo'. Había sólo cosas sensibles a la luz que *mejoraban*.

Desde los 50, hemos estado en posesión de una pieza nueva y central del rompecabezas evolutivo, una por la que Darwin hubiera dado su brazo derecho. Es la naturaleza física -más precisamente química- de lo que asegura que las características de los organismos pueden cambiar y ser pasadas de una generación a la siguiente.

Ya saben la palabra: *gen*.

Ya saben la molécula: *ADN*.

Ya saben también cómo funciona: el ADN lleva el código *genético*, una especie de 'anteproyecto' químico de un organismo.

Y probablemente, un montón de lo que ustedes conocen es mentir-a-niños.

Así como 'supervivencia del más apto' capturó la imaginación de los victorianos, así el 'ADN' ha capturado la imaginación del público de hoy. De todos modos, la imaginación prospera mejor si es dejada libre de vagar: crece débil y cansada en cautividad. Las imaginaciones cautivas se crían bastante efectivamente porque son protegidas del terrible depredador conocido como Pensamiento.

El ADN tiene dos asombrosas propiedades, las que juegan un rol significativo en la química compleja de la vida: puede codificar información, y esa información puede ser copiada. (Otras moléculas procesan la información del ADN, por ejemplo para hacer proteínas de acuerdo con las recetas codificadas en el ADN). Desde este punto de vista un organismo viviente es una especie de computadora molecular. Por supuesto, hay mucho más en la vida que eso, pero el ADN es central en cualquier discusión de la vida sobre la Tierra. El ADN es el 'elevador espacial' más importante de la vida a nivel molecular -una plataforma desde la cual se lanza a sí mismo hacia campos más altos.

La complejidad de las criaturas vivientes surge, no porque estén hechas de alguna clase especial de materia -la ahora desacreditada teoría 'vitalista'-

sino porque su materia está organizada de una manera excesivamente intrincada. El ADN hace mucho del 'mantenimiento' rutinario que *mantiene* vivas a las criaturas organizadas. Cada célula de (casi) todo organismo viviente contiene su 'genoma' -una especie de mensaje codificado escrito en el ADN, el cual le da a cada organismo un montón de consejos de cómo comportarse a nivel molecular. (Varios virus son excepciones, en el límite entre la vida y la no-vida, los cuales utilizan un código ligeramente diferente).

Por esto fue posible clonar a la Oveja Dolly -tomar una célula ordinaria de una oveja adulta y hacerla crecer hasta tener otra oveja adulta. El truco realmente necesita *tres* ovejas adultas. Primero, hay una de la que se saca la célula: la llamemos 'Mami de Dolly'. Entonces se persuade al núcleo de la célula a olvidar que viene de un adulto y a pensar que está en el huevo otra vez, y entonces se la implanta dentro de un huevo de una segunda oveja ('Donante de Huevo'). Entonces se pone el huevo dentro del útero de la tercera oveja ('Mami Sustituta') de modo que pueda crecer en una oveja normal.

Frecuentemente se dice que Dolly es una perfecta copia de Mami de Dolly, pero eso no es completamente cierto. Para comenzar. Ciertas partes del ADN de Dolly no vienen de Mami de Dolly, sino de Donante de Huevo. Y aún si esa ligera diferencia hubiera sido fijada, Dolly aún podría diferir de varias maneras de su 'madre' porque el ADN de las ovejas *no* es una lista completa de instrucciones para 'cómo construir una oveja'. El ADN es más como una receta -y asume que ya se sabe cómo instalar la cocina. De modo que la receta no dice 'poner la mezcla en una asadera engrasada y hornear a 400°F', por ejemplo: dice 'poner la mezcla en el horno', y *asume* que se sabe que necesita ir en una asadera y que el horno debería estar a una temperatura estándar. En particular, el ADN de las ovejas deja fuera la instrucción vital de 'poner la mezcla dentro de la oveja', pero ése es el único lugar en el que se puede convertir un huevo fertilizado de oveja en un cordero. De modo que Mami Sustituta jugó un rol considerable en determinar qué sucedía cuando la receta del ADN de Dolly era 'obedecida'.

Algunos biólogos piensan que ésta es una objeción menor -después de todo, Donante de Huevo y Mami Sustituta trabajan del modo en que lo hacen porque *sus* ADN contienen la información que las obligan a hacerlo. Pero cosas que no están en el ADN de *cualquier* organismo puede ser esencial para el ciclo reproductivo. Un buen ejemplo ocurre en las levaduras, una planta que puede convertir azúcar en alcohol y liberar dióxido de carbono. El código completo del ADN de una de las especies de levadura es

ahora conocido. Miles de experimentadores han jugado genéticamente con las levaduras, entonces hicieron girar a las muestras en una centrifugadora para separar el ADN, del cual pudieron sacar el código. Cuando se hace esto, queda un residuo espumoso al fondo del tubo de ensayo, pero ya que no es ADN, se sabe que no puede ser importante para la genética y se tira. Y así lo hicieron todos, hasta que en 1997 un genetista hizo una pregunta estúpida. Si no es ADN, ¿para qué está? De todos modos, ¿qué hay en ese residuo espumoso?

La respuesta era simple, y desconcertante. Priones. Montones y montones de ellos.

Un prion es una pequeñísima molécula de proteína que puede actuar como catalizador para la formación de más moléculas de proteína como ellas mismos. A diferencia del ADN, no se hace por replicación. En cambio, necesita suministro de proteínas que son *casi* como ellos, pero no lo mismo - los átomos correctos, en el orden correcto, pero plegados de forma incorrecta. El prion se adhiere a tales proteínas, las menea un poco, y las induce a tomar la misma forma que el prion. De modo que ahora hay *más* priones, y el proceso se acelera.

Los priones son predicadores moleculares: hacen más de ellos mismos convirtiendo al pagano, no separándose en mellizos idénticos. El prion más notable es uno que se cree es la causa del BSE, 'enfermedad de la vaca loca'. La proteína que se convierte resulta que es un componente clave del cerebro de la vaca, y es por eso que las vacas infectadas pierden coordinación, se tambalean, espuman por la boca y parecen locas. ¿Para qué quieren las levaduras a los priones? Sin priones las levaduras no se reproducen. Las instrucciones para hacer proteínas en su ADN algunas veces hacen una proteína que está plegada de manera equivocada. Cuando una célula de levadura se divide, copia el ADN en cada mitad, pero comparte los priones (los que pueden ser completados convirtiendo otras proteínas). De modo que tenemos un caso donde, aún a nivel molecular, el ADN de un organismo *no* especifica todo sobre ese organismo. Hay mucho del sistema de codificación del ADN que no comprendemos, pero una parte que sí es el 'código genético'. Algunos segmentos del ADN son recetas para proteínas. De hecho, resultan ser muy próximas a un exacto molde de proteínas, porque tienen los componentes precisos de la proteína y están listados exactamente en el orden correcto. Las proteínas están hechas de un catálogo de diminutas moléculas conocidas como aminoácidos. Para la mayoría de los organismos, incluso los humanos, el catálogo contiene exactamente 22 aminoácidos. Si se encadenan montones de aminoácidos

juntos en una tira, y se permite que se plieguen en una trenza relativamente compacta, se obtiene una proteína. Lo único que el ADN no pone en la lista es *cómo* plegar la molécula resultante, pero habitualmente se pliega de la manera correcta con su propio acuerdo. Ocasionalmente, cuando no lo hace, hay más moléculas sirvientes que la empujan hacia la forma correcta. Así es que una molécula sirviente, alegrándose bajo el nombre de HSP90, está volviendo patas arriba la genética aún mientras escribimos. La HSP90 'insiste' en que las proteínas se pliegan en la forma ortodoxa, aún si hay pocas mutaciones en el ADN que codifica esas proteínas. Cuando el organismo está 'estresado', derivando la HSP90 hacia otras funciones, estas crípticas mutaciones se expresan repentinamente -las proteínas adquieren la forma no ortodoxa que acompaña al código del ADN mutado. En efecto, esto dice que se pueden disparar cambios genéticos por medios no-genéticos.

Los segmentos de ADN que codifican el trabajo de las proteínas se llaman genes. Los segmentos que no, se regocijan en una variedad de nombres. Algunos codifican las proteínas que controlan cuándo un determinado gen 'se enciende', o sea, comienza a formar proteínas: son conocidos como genes reguladores (o homeóticos). Algunos trozos son denominados coloquialmente 'ADN basura', un término científico que significa 'no sabemos para qué son estos trozos'. Algunos científicos de mente literal leen esto como 'son para nada', y por eso ponen el caballo de la naturaleza en línea con el extremo posterior del carro del entendimiento humano. Lo más posible es que sean una mezcla de diferentes cosas: ADN que solía tener alguna función en el pasado pero que actualmente no (y podría ser posible revivirlo si, por decir, un parásito antiguo reaparece), ADN que controla cómo encienden y apagan los genes su fabricación de proteínas, ADN que controla *esos últimos*, y aún más. Algunos pueden ser realmente genuina basura. Y algunos (para seguir con la broma) puede codificar un mensaje como 'Éste soy yo, soy Dios, he existido desde siempre, ha, ha'.

Los procesos evolutivos no siempre se dirigen a sí mismos a lo largo de caminos que son claramente comprensibles para los humanos. Esto no significa que Darwin estuviera en un error: esto significa que aún cuando él tenía razón, puede haber una sorprendente ausencia de narrativium, de modo que la 'historia' que le da perfecto sentido a la evolución puede no tener sentido para los humanos. Sospechamos que mucho de lo que se encuentra en un organismo vivo es eso -ofrece una pequeña ventaja en cada etapa de su evolución, pero una ventaja en un juego tan complejo que no se

puede contar una historia convincente acerca de *por qué* es una ventaja. Para mostrar lo extraño que puede ser un proceso evolutivo, aún en circunstancias comparativamente simples, no debemos mirar plantas o animales, sino circuitos electrónicos.

Desde 1993, un ingeniero llamado Adrian Thompson ha estado desarrollando circuitos. La técnica básica, conocida como 'algoritmos genéticos' es ampliamente utilizada en la ciencia de la computación. Un algoritmo es un programa específico, o una receta, para resolver determinado problema. Una manera de encontrar algoritmos para problemas realmente duros, es 'cruzar las crías' y aplicar selección natural. Por 'cruzar las crías' queremos decir 'mezclar partes de un algoritmo con partes del otro'. Los biólogos le dicen a esto 'recombinación' y cada organismo sexual - como usted- recombina sus cromosomas padres exactamente de esa manera. Esta técnica, o sus resultados, es denominada algoritmo genético. Cuando el método funciona, funciona brillantemente; la desventaja principal es que no siempre se puede dar una explicación razonable de cómo el algoritmo resultante consigue lo que hace. Más de esto en un momento: antes debemos discutir la electrónica.

Thompson se preguntaba que pasaría si se utilizaba el algoritmo genético ingresado en un circuito electrónico. Decidir sobre alguna tarea, circuitos de crías cruzadas al azar que podían o no podían resolverla, retener los que la hacían mejor que los otros, y repetir tantas generaciones como sea.

La mayoría de los ingenieros electrónicos, pensando acerca de tal proyecto, se darán cuenta rápidamente que es tonto utilizar circuitos genuinos. En cambio, se pueden simular los circuitos en una computadora (ya que se sabe exactamente cómo se comporta un circuito) y hacer todo el trabajo más rápido y más barato con una simulación. Thompson no confiaba en esta línea argumental: tal vez los circuitos 'sabían' algo que una simulación olvidaría.

Decidió sobre una tarea: distinguir entre dos señales de entrada de diferentes frecuencias, 1 kHz y 10 kHz -o sea, señales que pueden hacer 1000 vibraciones por segundo. Piense en ellas como en un sonido. Un tono bajo y un tono alto. El circuito debía aceptar el tono como una señal de entrada, procesarla de alguna manera a ser determinada por su estructura eventual, y producir una señal de salida. Para el tono alto, el circuito entregaría un constante cero voltio -o sea, ninguna salida- y para el tono bajo, el circuito entregaría un constante cinco voltios. (Realmente, estas propiedades no estaban especificadas al comienzo: dos señales constantes diferentes

habrían sido aceptables. Pero así es cómo terminó).

Tomaría una eternidad construir miles de circuitos de prueba a mano, de modo que empleó un 'puerto serie de campo programable'. Esto es un microchip que contiene una cantidad de 'celdas lógicas' transistorizadas diminutas -interruptores levemente inteligentes, por decir- cuyas conexiones podían ser cambiadas por la carga de nuevas instrucciones dentro de la memoria de configuración del chip.

Esas instrucciones eran análogas al código del ADN de un organismo, y puede cruzar crías. Eso es lo que Thompson hizo. Comenzó con una serie de cien celdas lógicas, y utilizó una computadora para generar al azar una población de cincuenta códigos de instrucción. La computadora cargó cada grupo en la serie, alimentó los dos tonos, miró las salidas, y trató de encontrar algún rasgo que pudiera ayudar en la evolución de circuitos decentes. Para comenzar, ese rasgo no era nada que pareciera completamente al azar. El individuo 'más apto' de la primera generación produjo una salida de un constante cinco voltios sin importar qué tono había escuchado. Los códigos de instrucciones menos apropiados fueron matados (borrados), los aptos criados (copiados y recombinados), y el proceso fue repetido.

Lo que es más interesante acerca del experimento no es el detalle, sino cómo el sistema contenía una solución -y la notable naturaleza de esa solución. En la generación 22, los circuitos más aptos produjeron salidas que eran bastante parecidas a las entradas, casi lo mismo, dos ondas sonoras de diferente frecuencia. El mismo efecto pudo haber sido obtenido sin ningún circuito, ¡sólo con un cable desnudo! Las deseadas señales de salida constantes, aún no estaban en perspectiva.

En la generación 65, la salida para el tono bajo fue constante, pero el tono alto aún producía una señal de salida variable. Le llevó al circuito hasta la generación 2800 entregar aproximadamente constantes y diferentes las señales para los dos tonos; solamente en la generación 4100 el feo ruido quedó solucionado, después de lo cual sucedió una pequeña evolución adicional.

Lo más extraño de la eventual solución era su estructura. Ningún ingeniero humano la habría inventado. Tampoco un ingeniero humano habría podido encontrar la solución con solamente 100 celdas lógicas. La solución del ingeniero humano, sin embargo, habría sido comprensible -seríamos capaces de contar una 'historia' convincente acerca del por qué funciona. Por ejemplo, incluiría un 'reloj' -un circuito que hace tic a ritmo constante. Eso hubiera dado una línea de base con la cual comparar otras frecuencias. Pero

no se puede hacer un reloj con 100 celdas lógicas. La solución evolutiva no se *molestó* en hacer un reloj. En cambio, hizo la ruta de la señal de entrada a través de una complicada serie de rizos. Estos, presumiblemente, generaron retardos temporales y procesó de otra manera versiones de las señales, las que eventualmente fueron combinadas para producir las salidas constantes. Presumiblemente, Thompson describió así cómo funcionaba: 'En realidad, no tengo la más leve idea de cómo funciona'.

Asombrosamente, estudios posteriores de la solución final mostraron que solamente 32 de sus celdas lógicas eran realmente necesarias. El resto podía ser quitado del circuito sin afectar su comportamiento. Al principio pareció como si otras cinco celdas lógicas pudieran ser quitadas -no estaban conectadas eléctricamente al resto, ni a la entrada ni a la salida. De todos modos, si eran quitadas el circuito dejaba de funcionar. Presumiblemente estas celdas reaccionaban a las propiedades físicas del resto de los circuitos fuera de la corriente eléctrica -por ejemplo, campos magnéticos. Cualquiera sea la razón, el presentimiento de Thompson de que un verdadero circuito de sílice tendría más trucos en la manga que una simulación de computadora resultó ser absolutamente cierto.

La justificación tecnológica del trabajo de Thompson es la posibilidad de evolucionar circuitos altamente eficientes. Pero el mensaje para la teoría básica de la evolución es también importante. En efecto, nos dice que la evolución no tiene necesidad de narrativium. Una solución desarrollada puede 'funcionar' sin ser claro el cómo hace lo que sea que hace. Puede no seguir un 'principio de diseño' que tenga sentido para los seres humanos. En cambio, puede seguir la lógica emergente del País Hormiga, la cual no puede ser capturada en una simple historia.

Por supuesto, la evolución puede acertar algunas veces en soluciones 'diseñadas', como sucede con el ojo. Algunas veces acierta en soluciones que tienen una narrativa, pero fallamos al apreciar la historia. Los insectos palo parecen palos, y sus huevos parecen semillas. Hay un tipo de lógica de Mundodisco para esto, ya que las semillas son los 'huevos' de los palos, y previo a la teoría de la evolución los Victorianos aprobaban esta 'lógica' porque parecía como si Dios fuera consistente. Los primeros evolucionistas no lo vieron de esta manera, y se preocuparon; pero se preocuparon mucho más cuando encontraron que algunos huevos de insecto palo se veían como pequeños caracoles. Parecía tonto que cualquier cosa se pareciese a la comida favorita de alguien. De hecho, parecía una contradicción a la historia evolutiva. El acertijo fue resuelto solamente en 1994, después de los incendios forestales de Australia. Cuando los brotes de las plantas nuevas

comenzaron a salir de las cenizas, fueron cubiertas por insectos palo bebés. Las hormigas había llevado las 'semillas', y los 'bebés caracoles', hacia sus nidos subterráneos, creyendo que eran cosas verdaderas. A salvo, bajo tierra, el insecto palo escapó del incendio. De hecho, los bebés de los insectos palo se parecen y corren como hormigas: esto debió haber sido una pista, pero nadie hizo la conexión.

Y algunas veces la solución de la evolución *no tiene* estructura narrativa. Para probar las teorías de Darwin a fondo, deberíamos estar buscando sistemas desarrollados que no conformen descripciones narrativas, tanto como los que sí. Muchos de los sistemas sensoriales del cerebro bien pueden ser así. Las primeras capas de la corteza visual, por ejemplo, desarrollan funciones generalizadas como detectar límites, pero no tenemos idea de cómo funcionan las capas inferiores, y eso bien puede ser porque no se ajustan a principios de diseño que actualmente podamos reconocer. Nuestro sentido del olfato parece estar 'organizado' a lo largo de líneas muy extrañas, para nada estructuradas claramente como las de la corteza visual, y también puede estar careciendo de un elemento de diseño.

Lo que es más importante es que los genes también pueden ser así. Los biólogos, habitualmente, hablan de 'la función de un gen' -lo que hace. Lo supuesto y no mencionado es que hace una sola cosa, o una pequeña lista de cosas. Esto es magia pura: el gen es un hechizo. Es concebido como un hechizo en el mismo sentido que el 'arranque en frío' de un coche. Pero un montón de genes pueden no hacer nada que pueda ser sumado en una historia simple. El trabajo para el que evolucionaron es 'construir un organismo', y evolucionaron como un equipo, como los circuitos de Thompson. Cuando la evolución encuentra soluciones de esta clase, el reduccionismo convencional no es mucha ayuda para entender esas soluciones. Se pueden listar las conexiones nerviosas hasta que las vacas lleguen a casa, pero no se comprenderá cómo el sistema visual de la vaca distingue un establo de un toro.

VEINTISIETE

NECESITAMOS MÁS GLOBITOS

RINCEWIND ENCONTRABA que comenzaba a disfrutar de ese mundo después de todo, ahora que estaba otra vez en lo que parecía ser su tamaño real. Era tan maravillosamente monótono.

Había sido movido unos diez millones de años hacia adelante de vez en cuando. Había cambiado el nivel del mar. Parecía haber más tierra alrededor, moteada con volcanes. Aparecía arena en los bordes del mar. Todavía un total silencio vasto y zumbante lo dominaba todo. Oh, había tormentas, y a la noche las brillantes lluvias de meteoros zumbaban a través del cielo, pero sólo resaltaban la ausente sinfonía de la vida. Estaba bastante complacido con 'sinfonía de la vida'.

—¿Señor Stibbons? —dijo.

—¿Sí? —dijo la voz de Caviloso dentro de su yelmo.

—Parece haber un montón de cometas.

—Sí, parecen ir con los sistemas de Mundoglobo. ¿Hay problemas?

—¿No se estrellarán contra este mundo?

Rincewind escuchó los apagados sonidos del debate de fondo, y entonces Caviloso dijo:

—El ArchiCanciller dice que las bolas de nieve no lastiman.

—Oh. Bien.

—Vamos a moverte unos pocos millones de años hacia adelante ahora.

¿Listo?

—Millones y millones de años de monotonía —dijo el Discutidor Mayor.

—Hoy hay más globitos —dijo Caviloso.

—Oh, bien. *Necesitamos* más globitos.

Se escuchó un alarido de Rincewind. Los hechiceros corrieron hasta el omniscopio.

—Cielo santo —dijo el Decano—. ¿Es una forma de vida superior?

—Yo *creo* —dijo Caviloso— que los cojines de sillón han heredado el mundo.

Yacían en el agua cálida y poco profunda. Eran de color verde oscuro. Eran tranquilizadoramente monótonos.

Pero las *otras* cosas no lo eran.

Los globitos derivaban sobre el mar como globos oculares gigantes, negros, púrpura y verde. Todo el agua estaba cubierta por ellos. Una espuma con ellos rolaba sobre la superficie. Los aéreos cabeceaban a sólo unas pocas pulgadas sobre las olas, espesos como niebla, dándose sombra unos sobre otros en su lucha por subir.

—¿Han visto *alguna* vez algo como eso? —dijo el Discutidor Mayor.

—No lícitamente —dijo el Decano.

Un globito estalló. La percepción de sonido del omniscopio no era buena, pero el sonido fue, en pocas palabras, *fut*. La cosa destrozada desapareció dentro del mar, y los globitos flotantes se cerraron sobre ella.

—Dile a Rincewind que trate de comunicarse con ellos —dijo Ridículo.

—¿De qué tienen que hablar los globitos, señor? —dijo Caviloso—. Además, no están haciendo ningún sonido. No creo que *fut* cuente.

—Son de varios colores —dijo el Profesor en Runas Recientes—. ¿Tal vez se comunican cambiando de color? Como esas criaturas del mar... —hizo sonar los dedos como ayudando a la memoria.

—¿Camarones? —ayudó el Decano.

—¿De veras? —dijo el Discutidor Mayor—. No sabía que hacían eso.

—Oh, sí —dijo Ridículo—. El rojo significa '¡ayuda!'.⁴⁴

—No, creo que el Profesor en Runas Recientes se refiere a los calamares —dijo Caviloso, quien conocía que esta clase de cosas podía seguir un buen rato. Añadió rápidamente—: Le diré a Rincewind que lo intente.

Rincewind, metido hasta las rodillas en los globitos dijo:

—¿Qué quieres decir?

—Bueno... ¿tal vez te da vergüenza?

—¡No, pero me da hambre!

—Eso podría funcionar, si te pones muy rojo. Pensarán que necesitas ayuda.

—¿Sabes si allí hay algo más además de los globitos?

Algunos de los globitos formaron sargas en la débil brisa que soplaba a través de la playa. Cuando se metieron en una ampolla, lo que puso algo de tensión a la línea, el pequeño globito del final se sujetó a una roca, la línea de acortó gradualmente, y la ampolla se meneó hacia adelante con su nuevo pasajero.

Rincewind las veía en una buena cantidad de globitos. Los globitos no

⁴⁴ A los hechiceros algunas veces les molestaba consultar cosas si podían llegar a una respuesta por la discusión de cosas diferentes. (Nota de los autores)

parecían saludables.

—Depredadores —le dijo Caviloso.

—¿Estoy sobre una playa *con depredadores*?

—Si eso te preocupa realmente, trata de no parecer globoso. Los seguiremos observando. Er... el Profesorado es de la opinión que es posible que la inteligencia surja en criaturas que comen muchas cosas.

—¿Por qué?

—Probablemente porque *ellos* comen montones de cosas. Haremos unos cuantos saltos en el tiempo, ¿de acuerdo?

—Supongo.

El mundo parpadeó...

—Globitos.

... parpadeó...

—El mar está mucho más lejos. Hay unos pocos globitos flotando. Esta vez más de los negros.

... parpadeó...

—Bien afuera en el mar, grandes balsas de globitos púrpura, algunos en el aire.

... parpadeó...

—*¡Grandes pilas humeantes de cebollas!*

—¿Qué? —dijo Caviloso.

—¡Lo sabía! ¡Yo lo *sabía*! ¡Todo este maldito lugar estaba induciéndome una sensación de falsa seguridad!

—*¿Qué está sucediendo?*

—Es una bola de nieve. ¡El mundo entero es una gigante bola de nieve!

VEINTIOCHO

EL ICEBERG DEVINO

LA TIERRA HA SIDO UNA BOLA DE NIEVE GIGANTE en varias ocasiones. Era una bola de nieve 2.7 billones de años atrás, 2.2 billones de años atrás, y 2 billones de años atrás. Era una bola de nieve realmente fría 800 millones de años atrás, y esto fue seguido por una serie de intervalos fríos que terminaron 600 millones de años atrás. Regresó al modo bola de nieve 300 millones de años atrás, y ha seguido entrando y saliendo durante la mayor parte de los últimos 50 millones de años. El hielo ha jugado una parte significativa en la historia de la vida. *Cuán* significativa ha sido su parte es lo que comenzamos a apreciar.

Primero comenzamos a darnos cuenta de esto cuando encontramos evidencia de la bola de nieve más reciente. Un millón y medio de años atrás, aproximadamente, cerca del tiempo en que los humanos se convirtió en la especie dominante sobre la Tierra, el planeta se puso muy frío. El viejo nombre de este periodo era Edad de Hielo. Ya no lo llamamos así porque no hubo una: hablamos de 'ciclos glaciares-interglaciares'. ¿Hay una conexión? ¿Acaso el clima frío llevó a los monos desnudos a desarrollar inteligencia suficiente para matar a otros animales y utilizar sus pieles para mantener el calor? ¿Para descubrir y usar el fuego?

Ésta solía ser una teoría popular. Es posible. Aunque probablemente no: hay demasiados agujeros en la lógica. Pero una Edad de Hielo anterior y mucho más severa, casi puso fin a la mayoría de esas tonterías con 'vida'. E irónicamente su fracaso puede haber desatado esa completa diversidad de vida que conocemos ahora.

Gracias a las avanzadas ideas de Louis Agassiz, los científicos victorianos sabían que la Tierra había estado alguna vez mucho más fría que ahora, porque pudieron ver la evidencia a su alrededor, en la forma de los valles. En muchos lugares del mundo de hoy se pueden encontrar glaciares - enormes 'ríos' de hielo, los que fluyen, muy lentamente, bajo la presión de nuevo hielo que se forma colina arriba. Los glaciares arrastran grandes cantidades de roca, y esculpen y muelen su camino hacia abajo, formando valles cuya sección transversal es como una U suave. Por toda Europa, y por

todo el mundo, hay valles idénticos -pero sin señales de hielo en cientos de miles de millas. Los geólogos victorianos reprodujeron una figura que era un poco preocupante en cierta forma, pero tranquilizadora por encima de todo. Cerca de unos 1.6 millones de años atrás, al comienzo del Pleistoceno, la Tierra se puso repentinamente más fría. Las capas de hielo polares avanzaron, gracias a un rápido aumento de la nieve, y cavó esos valles con forma de U. Entonces el hielo retrocedió. Se piensa que el hielo avanzó y retrocedió unas cuatro veces, con la mayor parte de Europa enterrada bajo una capa de hielo de varias millas de espesor.

Los geólogos dijeron que todavía no hay necesidad de preocuparse. Parece que estamos a salvo y calentitos en medio de un periodo cálido, sin perspectiva de ser enterrados bajo millas de hielo por algún tiempo.

La figura ya no es tan cómoda. Algunas personas piensan que la mayor amenaza de la humanidad no es el calentamiento global, sino una incipiente era de hielo. ¡Qué irónico, y qué inmerecido, si nuestra polución del planeta cancela un desastre natural!

Como es habitual, la razón principal porque ahora sabemos mucho más es que los nuevos tipos de observaciones se volvieron posibles, apoyadas por nuevas teorías para explicar qué es lo que miden y por qué podemos estar razonablemente seguros de que lo hacen. Estos nuevos métodos van desde métodos inteligentes de datación de las viejas rocas hasta estudios de las proporciones de diferentes isótopos en núcleos excavados de hielos antiguos, respaldados por excavaciones en el océano para estudiar las capas de sedimentos depositadas sobre el fondo marino. Los mares cálidos sostienen diferentes criaturas vivientes, cuyos muertos depositan diferentes sedimentos, de modo que hay un enlace desde los sedimentos hasta el clima.

Todos estos métodos se refuerzan mutuamente, y conducen a la misma figura. De vez en cuando la Tierra comienza a enfriarse, hasta 10 a 15°C más fría cerca de los polos y unos 5°C en el resto. Entonces, de repente se calienta, posiblemente hasta 5°C por encima de lo normal. En medio de grandes fluctuaciones hay otras más pequeñas: 'eras glaciares diminutas'. La brecha típica entre una era de tamaño decente y la siguiente es de unos 75.000 años, o menos -nada como los cómodos 400.000 años de 'interglaciar' esperado por los victorianos. El hallazgo más preocupante de todo es que periodos de alta temperatura -o sea como el que tenemos ahora- muy pocos duraron más de 20.000 años.

La última glaciación importante terminó hace 18.000 años.

Abrigarse, muchachos.

¿Qué causa las eras glaciares? Resulta que la Tierra no es tan buen planeta como pensamos, y su órbita alrededor del sol no es tan estable y repetitiva como habitualmente suponemos. La teoría aceptada actualmente fue concebida en 1920 por un serbio llamado Milutin Milankovitch. En términos generales, la Tierra gira alrededor del sol en una elipse, casi un círculo, pero hay tres aspectos del movimiento de la Tierra que cambian. Uno es la cantidad que se inclina el eje de la Tierra -cerca de 23° en este momento, pero variando ligeramente a lo largo de un ciclo que dura 41.000 años. Otro es un cambio en la máxima aproximación de la Tierra al sol, que varía en ciclos de 20.000 años. El tercero es una variación en la excentricidad de la órbita terrestre -cuán oval es- cuyo periodo está alrededor de 100.000 años. Poniendo los tres ciclos juntos, es posible calcular los cambios en el calor recibido desde el sol. Estos cálculos están de acuerdo con las variaciones conocidas en la temperatura de la Tierra, y parece particularmente posible que el calentamiento de la Tierra después de eras glaciares es debido al incremento del calentamiento del sol, gracias a estos tres ciclos astronómicos.

Puede parecer no sorprendente que cuando la Tierra recibe más calor desde el sol se caliente más, y que cuando no, se enfríe, pero no todo el calor que llega a las capas superiores de la atmósfera llega hasta la tierra. Puede ser reflejado por las nubes, y aunque llegue hasta el nivel de la tierra puede ser reflejado por los océanos y por la nieve y el hielo. Se piensa que durante las eras de hielo, esta reflexión causa que la Tierra pierda más calor que el que perdería de otra manera, de modo que las eras de hielo *empeoran*. Hemos salido de ellas cuando el calor que ingresa desde el sol es tan grande que el hielo comienza a derretirse a pesar de la pérdida de calor. O puede ser que el hielo se ensucie, o... No está muy claro que ingresemos en una era glacial cuando menor calor del sol llega a la Tierra -el desplazamiento hacia una era glacial es habitualmente más gradual que la salida de ella.

Todo esto hace que uno se pregunte si el calentamiento global causado por los gases expulsados por animales podría ser parcialmente responsable. Cuando gases como el dióxido de carbono y el metano aumentan en la atmósfera, producen el famoso 'efecto invernadero', atrapando más luz de sol que la habitual, por lo tanto más calor. En este momento, la mayoría de los científicos se ha convencido de que el suministro de 'gases de invernadero' está creciendo más rápido que lo que lo haría por otros medios gracias a actividades humanas como granjas (quemando bosques para

despejar tierras), conduciendo coches, quemando carbón y petróleo para electricidad, y haciendo granjas otra vez (las vacas producen un montón de metano: el pasto entra por un extremo y el metano sale por el otro). ¿Y cómo podríamos olvidar el dióxido de carbono que expulsan los humanos al respirar? Una persona es equivalente a medio coche, tal vez más.

Tal vez en el pasado había vastas civilizaciones de las cuales ahora no conocemos nada, habiéndose desvanecido todas sus huellas -excepto su efecto en la temperatura global. Tal vez la Tierra hervía con vastas manadas de ganado, búfalos y elefantes excretando metano. Pero la mayoría de los científicos piensa que el clima cambia como resultado de variaciones en cinco factores diferentes: la entrega de calor radiante del sol, la órbita de la Tierra, la composición de la atmósfera, la cantidad de polvo producido por los volcanes, y los niveles de tierras y océanos como resultado de los movimientos de la corteza terrestre. Todavía no podemos reunir una figura realmente coherente en la cual las mediciones concuerden tan cerca con la teoría como quisiéramos, pero una cosa que se está volviendo clara es que el clima de la Tierra tiene más de un estado de 'equilibrio'. Permanece en un determinado estado por un tiempo, entonces cambia comparativamente rápido hacia otro, y todo así.

La idea original era que un estado era un clima cálido, como el que tenemos ahora, y que el otro era una fría 'era de hielo'. En 1998, Didier Paillard perfeccionó esta idea en un modelo de tres estados: interglaciar (caliente), glacial benigno (fresco), y glacial (muy frío). Una caída del calor recibido desde el sol por debajo de algún umbral crítico, causada por esos ciclos astronómicos, dispara un cambio desde cálido a fresco. Cuando los hielos resultantes aumentan lo suficiente, refleja tanto del calor del sol que eso dispara otro cambio desde fresco hacia muy frío. Pero cuando el calor del sol finalmente aumenta otra vez hasta otro umbral, gracias otra vez a los tres ciclos astronómicos, entonces el clima cambia hacia el cálido. Este modelo se ajusta a las observaciones deducidas de la cantidad de oxígeno-18 (un isótopo radioactivo del oxígeno) en depósitos geológicos.

Finalmente, algo de drama. Hace unos 800 millones de años había una era glacial tan severa que casi mató toda la vida superficial de la Tierra. Esta 'gran helada' duró entre 10 y 20 millones de años, el hielo llegó hasta el ecuador, y parece que los mares se congelaron hasta una profundidad de media milla (1 km) o más. De acuerdo con la teoría de una 'Tierra bola de nieve', el hielo cubrió toda la Tierra en ese tiempo. De todos modos, si el hielo realmente cubrió *toda* la Tierra, debió haber más daños que los que

muestran los restos fósiles. De modo que tal vez el eje de la Tierra se inclinó un poco más que lo que los astrónomos están dispuestos a conceder, y los polos perdieron sus hielos mientras que las regiones ecuatoriales lo ganaron. O tal vez la deriva continental fue más rápida en ese tiempo que lo que pensamos, y que hemos registrado la extensión del hielo de manera incorrecta. Sin importar los detalles, de todos modos era un mundo espectacularmente helado.

Aunque la gran helada llegó casi a barrer toda la vida de superficie, puede haber creado indirectamente un montón de la biodiversidad de hoy. El gran cambio de unicelular a multicelular también sucedió hace 800 millones de años. Es posible que la gran helada eliminara gran cantidad de formas de vida unicelulares y que abriera nuevas posibilidades a la vida multicelular, culminando con la Explosión Cámbrica de hace 540 millones de años. Las extinciones en masa son típicamente seguidas por repentinas explosiones de diversidad, en las cuales la vida revierte de ser un 'profesional' en el juego evolutivo a ser un 'amateur'. Entonces lleva algún tiempo hasta que los amateurs menos aptos sean eliminados -y hasta que lo son, pueden intentar toda clase de extrañas estrategias para lograr vivir. La sucesión de periodos helados que siguió a la gran helada solamente pudo haber ayudado a este proceso.

De todos modos, pudo haber sido de otro modo. La invención del ano por los triploblastos puede haber cambiado la ecología de los mares. Las heces habrían caído hasta el fondo del mar, donde las bacterias se hubieran especializado en degradarlas. Entonces otros organismos pudieron convertirse en comedores filtrantes, viviendo sobre esas bacterias, tal vez enviando sus larvas hacia el plancton para dispersarse, como hacen los modernos comedores filtrantes. Varios nuevos modos de vida dependían de este primitivo sistema de abono. Y es posible que el exitoso retorno del fósforo y el nitrógeno a los ciclos marinos condujera a una explosión de algas, la que redujo el dióxido de carbono atmosférico, recortó el efecto invernadero, y disparó la gran helada.

Afortunadamente para nosotros, la gran helada no fue lo *bastante* larga, o lo bastante fría, para matar todo. (Las bacterias en los respiradores volcánicos del fondo oceánico, y en la corteza terrestre habrían sobrevivido pasara lo que pasara, pero la evolución habría sido demorada por un muy largo tiempo). De modo que cuando la Tierra se calentó, la vida explotó en un mundo fresco y de libre competencia. Paradójicamente, una razón por la que hoy estamos aquí es que en ese entonces no estábamos. Toda nuestra historia evolutiva está llena de estos escenarios de buenas y malas noticias,

donde la vida salta alegremente hacia adelante por encima de los cuerpos de los caídos...

Se podría perdonar a Rincewind por sentir que Mundoglobo se las había tomado con él. La vida ha sufrido diferentes clases de desastres naturales. Aquí hay dos más. Durante la extinción del Pérmico/Triásico de hace 250 millones de años, el 96% de las especies murió en el lapso de unos pocos cientos de miles de años.⁴⁵ William Hobster y Mordeckai Magaritz piensan que esto sucedió porque fueron asfixiados. Los isótopos de carbono muestran que un montón de carbón y esquisto se oxidaron en el periodo previo a la extinción, probablemente por una caída del nivel del mar, lo que expuso más tierras. El resultado fue mayor cantidad de dióxido de carbono y un montón de oxígeno menos, el que fue reducido a la mitad del actual nivel. Las especies terrestres fueron especialmente afectadas.

Otra extinción global, aunque menos severa, sucedió hace 55 millones de años, en el límite Paleoceno/Eoceno. En núcleos de sedimentos excavados de la Antártida, James Kennett y Lowell Atott descubrieron evidencia de la repentina muerte de un montón de especies marinas. Parece que trillones de toneladas de metano estalló desde el océano, levantando enormes temperaturas y armando un buen invernadero. Jenny Dickens sugirió que el metano era liberado de los depósitos de hidratos de metano en el permafrost y en el fondo marino. Los hidratos de metano son celdillas cristalinas de agua que encierran gas de metano: son formadas cuando las bacterias del lodo liberan el gas y es atrapado.

En coincidencia, uno de los principales resultados de la extinción del Paleoceno/Eoceno fue una explosión de diversidad evolutiva, dirigida en particular hacia los primates superiores -y a nosotros. Si algo es un desastre depende de nuestro punto de vista. Las rocas pueden no tener un punto de vista, como señaló Caviloso Stibbons, pero nosotros sí.

⁴⁵ Es lo mejor de nuestro conocimiento, basado en deducciones desde evidencia disponible. Ciertamente fue una gran extinción -mucho más grande que la que mató (o ayudó a matar) a los dinosaurios. Recordamos a la de los dinosaurios porque ellos tenían buen personal de relaciones públicas. (Nota de los autores)

VEINTINUEVE

GRAN SALTO DE COSTADO

—CREO QUE SE PARECE MÁS A UN ADORNO DE LA NOCHE DE HOGSWATCH —dijo el Discutidor Mayor más tarde, mientras los hechiceros tomaban un trago antes de la cena y miraban por el omniscopio al pequeño y brillante mundo blanco—. Bastante bello, realmente.

—Los globitos hacen pum —dijo Caviloso Stibbons.

—Fut —dijo alegremente el Decano—. ¿Más jerez, ArchiCanciller?

—Tal vez alguna inestabilidad en el sol... —murmuró Caviloso.

—Provocada por una labor inexperta —dijo el ArchiCanciller Ridículo—. Tenía que suceder tarde o temprano. Y entonces no hay nada más que muerte helada, la hora del té de los dioses y una eternidad de frío.

—Sniffleheim —dijo el Decano, quien adelantaba con el jerez a cualquier otra persona.

—De acuerdo con HEX, el aire del planeta ha cambiado —dijo Caviloso.

—Un poco académico ahora, ¿verdad? —dijo el Discutidor Mayor.

—¡Ah, tengo una idea! —dijo el Decano, radiante—. Podemos hacer que HEX revierta el flujo taumatúrgico en la matriz ctónica de la bi-dirección optimizada octogonal, ¿sí?

—Bueno, esa es la opinión de cuatro vasos de jerez —dijo ásperamente el ArchiCanciller, para romper el silencio subsiguiente—. De todos modos, si puedo expresar mis preferencias, algo que no es un completo galimatías será mejor bienvenido la próxima vez, por favor. Entonces, señor Stibbons, ¿es éste el fin del mundo?

—Y si lo es —dijo el Discutidor Mayor—, ¿tendremos montones convertidos en héroes?

—¿De qué estás hablando, hombre? —dijo Ridículo.

—Bueno, el Decano parece pensar que somos como dioses, y muchas grandes mitologías sugieren que cuando los héroes mueren van a un banquete eterno en los salones de los dioses —dijo el Discutidor Mayor—. Solamente necesito saber si debo alertar en las cocinas, eso es todo.

—Hay solamente globitos —dijo Ridículo—. ¿Qué pueden hacer que sea heroico?

—No lo sé... robarle algo a los dioses es la manera clásica —murmuró el

Discutidor Mayor.

—¿Estás diciendo que deberíamos controlar nuestros bolsillos? —dijo el ArchiCanciller.

—Bueno, no he visto mi cortaplumas últimamente —dijo el Discutidor Mayor—. Era sólo un pensamiento, de todos modos.

Ridículo palmeó la espalda del desanimado Stibbons.

—¡Alégrate, muchacho! —rugió—. ¡Fue un maravilloso esfuerzo! Lo cierto es que el resultado fue un montón de globitos con la inteligencia de una sopa de guisantes, pero no deberías permitir que un fallo completo y sin esperanza te abata.

—*Nunca* lo hacemos —dijo el Decano.

Fue después del desayuno del día siguiente cuando Caviloso Stibbons entró al edificio de Magia de Alta Energía. Sus ojos encontraron una escena de desolación. Había tazas y platos por doquiera. Papeles tirados sobre el piso. Cigarrillos olvidados habían dejado huellas carbonizadas sobre el borde de los escritorios. Una pizza de queso, sardina, y grosella negra a medio comer, no tocada por días, avanzaba poco a poco hacia su degradación.

Suspirando, tomó una escoba y fue hasta la bandeja que contenía la escritura que HEX había entregado durante la noche.

Parecía mucho más llena que lo que hubiera esperado.

—No solamente globitos... ¡hay *toda* clase de cosas! Algunas se están *meneando*...

—¿Es eso una planta o un animal?

—Estoy seguro de que es una planta.

—¿No está... caminando... bastante rápido?

—No sé si he visto una planta caminando antes.

La hechicería de UU estaba regresando al edificio a medida que las noticias circulaban. Los miembros mayores del profesorado se apiñaban alrededor del omniscopio, explicándose unos a otros que lo imposible había sucedido, que por supuesto había sido inevitable.

—Todas esas grietas debajo del mar —dijo el Decano—. Y los volcanes, por supuesto. El calor está obligado a subir con el tiempo.

—Sin embargo, eso no explica todas las formas diferentes —dijo el Discutidor Mayor—. Quiero decir, todo el mar se ve como si alguien hubiera dado vuelta una piedra muy grande.

—Supongo que los globitos han tenido tiempo de considerar su futuro cuando estuvieron debajo del hielo —dijo el Decano—. Supongo que

pensaron en eso como en una noche invernal muy larga.

—Voto por los lavabos —dijo el Profesor en Runas Recientes.

—Bueno, estoy seguro que todos lo hacemos —dijo Ridículo—. Pero, ¿por qué en este punto?

—Quiero decir que los globitos estaban... ya saben... excusándose a sí mismos por millones de millones de años, entonces comienza un montón de, er, abono... —aventuró el Profesor.

—Una carga de mierda —dijo el Decano.

—¡Decano! ¡Realmente!

—Lo siento, ArchiCanciller.

—... y conocemos que las pilas de mierda están llenas de vida... —continuó el Profesor.

—Solían pensar que las parvas de basura realmente generaban ratas —dijo Ridículo—. Por supuesto, era sólo una superstición. Lo cierto eran gaviotas. Pero al decir vida, ¿es como si fuera, avanzar comiendo zapatos de hombres muertos? O de globitos, en este caso. No zapatos, por supuesto, porque ellos no tienen pies. Y no hubieran sido lo bastante brillantes para inventar los zapatos si los tuvieran. Y aún si lo hubieran sido, no lo podrían haber hecho. Porque no había, en ese tiempo, nada con que los zapatos pudieran ser hechos. Pero aparte de eso, la metáfora sirve.

—Todavía *hay* globitos allí —dijo el Decano—. Solamente que también montones de otras cosas.

—¿Alguna parece inteligente? —dijo Ridículo.

—No estoy seguro de cómo nos podríamos dar cuenta en este estado...

—Simple. ¿Está alguien matando algo que no intenta comer?

Miraron con atención dentro del abundante caldo.

—Es un poco difícil definir intenciones, realmente —dijo el Decano, después de un rato.

—Bueno, ¿alguna cosa parece *estar por* volverse inteligente?

Observaron otra vez.

—¿Esa cosa como dos arañas pegadas? —dijo el Discutidor Mayor después de un rato—. Parece muy pensativa.

—Me parece que se ve muy muerta.

—Mira, ya sé cómo podemos hacer que este asunto de evolución se solucione de una vez y para siempre —dijo Ridículo retirándose—. Señor Stibbons, ¿puedes utilizar HEX el omniscopio para ver si algo cambia en cualquier cosa?

—En un área de tamaño moderado, creo que probablemente podrá, señor.

—Haz que preste atención a la tierra —dijo el Decano—. ¿Está sucediendo algo sobre la tierra?

—Hay cierto verdor, señor. Algas con estado de ánimo, realmente.

—Allí es donde ocurrirá lo interesante, recuerden mis palabras. No sé qué está utilizando este universo en lugar de narrativium, pero es en la tierra donde veremos cualquier vida inteligente.

—¿Cómo defines inteligencia? —dijo Ridículo—. En términos generales, quiero decir.

—Las universidades son una buena señal —dijo el Decano, con aprobación general.

—¿No cree que tal vez el fuego y la rueda podrían ser indicadores más universales? —dijo Caviloso con cautela.

—No si vives en el agua —dijo el Discutidor Mayor—. El mar es todo aquí, estoy seguro. En este mundo no sucede prácticamente nada sobre la tierra.

—¡Pero en el agua todos están comiéndose los unos a los otros!

—Entonces observaré para ver qué le sucede al último —dijo el Discutidor Mayor.

—No, cuando se trata de universidades, la tierra es el lugar —dijo el Decano—. El papel no duraría ni cinco minutos debajo del agua. ¿No dirías eso, Bibliotecario?

El Bibliotecario estaba mirando por el omniscopio.

—Ook —dijo.

—¿Qué dijo? —dijo Ridículo.

—Dijo, 'Creo que el Discutidor Mayor podría tener razón' —dijo Caviloso, acercándose al omniscopio—. Oh... miren *eso*...

La criatura tenía al menos cuatro cabezas y diez tentáculos. Estaba utilizando algunos de los tentáculos para mover un trozo de roca contra otro.

—¿Está construyendo una estantería? —dijo Ridículo.

—O posiblemente un tosco refugio de roca —dijo Caviloso Stibbons.

—Aquí estamos, entonces —dijo el Discutidor Mayor—. Propiedad personal. Una vez que algo es propio, por supuesto que se quiere mejorar. El primer paso en la ruta del progreso.

—No estoy seguro de que tenga verdaderas piernas —dijo Caviloso.

—La primera patinada, entonces —dijo el Discutidor Mayor, mientras la roca se escapaba de los tentáculos de la criatura—. Deberíamos ayudarle —afirmó—. Después de todo, no estaría allí si no fuera por nosotros.

—Espera, espera —dijo el Profesor en Runas Recientes—. Está sólo

haciendo un refugio. Quiero decir, el Pájaro Ancla teje nidos intrincados, ¿verdad? Y aún el Cucú de Reloj construye un reloj para su pareja, y nadie dice que sean *inteligentes* por eso.

—Obviamente no —dijo el Decano—. Nunca cantan bien los números, los relojes se rompen después de unos meses, y generalmente atrasan dos horas por día. Eso no suena como inteligencia para *mí*.

—¿Qué estás sugiriendo, Runas? —dijo Ridículo.

—¿Por qué no enviamos al joven Rincewind allá abajo otra vez en esa cosa del traje virtual? ¿Tal vez con una cuchara, y un manual ilustrado de construcción básica?

—¿Podrán ellos verle?

—Er... caballeros —dijo Caviloso, quien había estado sin quitar la mirada de la deriva del omniscopio hacia las partes bajas.

—No veo por qué no —dijo Ridículo.

—Er... hay un... hay...

—Una cosa es empujar planetas a lo largo de millones de años, pero en este nivel ni siquiera podríamos darle a nuestro albañil allí abajo una buena palmada en la espalda —dijo el Decano—. Ni siquiera si supiéramos qué parte de él es la espalda.

—Er... *¡algo está chapoteando, señor! ¡Algo está comenzando un chapoteo, señor!*

Probablemente fue el grito de precaución más extraño desde el famoso, '¿Debería ponerse de ese color el reactor?' Los hechiceros se apiñaron alrededor del omniscopio.

Algo se había ido a chapotear. Tenía cientos de pequeñas piernas.

Rincewind estaba en su nueva oficina, fichando rocas. Había logrado un sistema bastante bueno, basado en el tamaño, forma, color y veintisiete otras cualidades incluyendo si sentía o no que era una clase amigable de roca.

Con cuidadosa atención para señalar las referencias, reconoció que terminar este asunto de las rocas en esa habitación le tomaría al menos tres tranquilos y benditos años.

Y por lo tanto le sorprendió encontrarse levantado y virtualmente arrastrado hacia el edificio de Magia de Alta Energía, sosteniendo en una mano una roca cuadrada de color gris claro y en la otra una roca que parecía bien dispuesta hacia la gente.

—¿Es esto *tuyo*? —rugió Ridículo, haciendo un paso al costado para mostrar el omniscopio.

El Equipaje estaba ahora cabeceando alegremente a unos metros de la costa

—Er... —dijo Rincewind—. Algo así.

—¿Y cómo llegó hasta *allí*?

—Er... probablemente me está buscando —dijo Rincewind—. Algunas veces me pierde la pista.

—¡Pero ése es otro universo! —dijo el Decano.

—Lo siento.

—¿Puedes decirle que regrese?

—Por todos los cielos, no. Si le pudiera decir que regrese, lo enviaría lejos.

—La madera de peral joven es meta-mágica y seguirá la huella de su propietario por absolutamente *todos* los rincones del tiempo y el espacio —dijo Caviloso.

—¡Sí, pero no este trozo! —dijo Ridículo.

—No recuerdo que 'no este trozo' haya sido grabado alguna vez como un subsidiario de 'tiempo y espacio', señor —dijo Caviloso—. De hecho, 'no este trozo' nunca ha sido aceptado como parte válida de una invocación mágica, desde que Funnit el Olvidadizo trató de utilizarla como agregado de último momento de su famosamente exitoso hechizo para destruir por entero el árbol donde estaba sentado.

—El Equipaje puede consistir en un sub-conjunto de al menos n dimensiones las cuales pueden coexistir con cualquier otro conjunto de $>n$ dimensiones —dijo el Tesorero.

—No le prestes atención, Stibbons —dijo cansadamente Ridículo—. Ha estado escupiendo esa bazofia desde que trató de comprender la escritura de HEX. Es un completo galimatías. ¿Entonces qué es V, viejo?

—Umpt —dijo el Tesorero.

—Ah, otra vez números imaginarios —dijo el Decano—. Ése es el que se dice que debería venir entre tres y cuatro.

—No hay un número entre tres y cuatro —dijo Ridículo.

—Él imagina que sí —dijo el Decano.

—¿Podríamos meternos en el Equipaje para entrar en el universo del Proyecto físicamente? —dijo Caviloso.

—Podrías intentarlo —dijo Rincewind—. Personalmente mantendré mi nariz afuera.

—Ah. ¿De veras?

—Pero el pensamiento sucede —dijo Ridículo—, que podemos utilizarlo para traer cosas de regreso. ¿Eh?

Debajo del agua caliente, la extraña estructura de piedra de la criatura colapsó por umptera vez.

Pasó una semana. El martes una bola de nieve de la izquierda colisionó con el planeta causando una considerable vejación a los hechiceros y destruyendo una especie entera de medusas tejedoras sobre los que el Discutidor Mayor había puesto grandes esperanzas. Pero al menos el Equipaje pudo ser utilizado para traer de regreso cualquier espécimen lo bastante estúpido para nadar dentro de algo apoyado en el fondo y con la tapa levantada, y eso incluía prácticamente todo en el mar en ese momento.

La vida en el mundo redondo parecía poseer una cualidad tan frecuente que los hechiceros discutieron la idea de que era un elemento conceptual, la cual tal vez estaba tratando de llenar el vacío dejado por el deidágeno inexistente.

—De todos modos —anunció Ridículo—, Bloodimindium no es un buen nombre.

—Tal vez si cambiamos la acentuación ligeramente —dijo el Profesor en Runas Recientes—. Blod-di-*min*-dium, ¿qué piensan?

—Ciertamente tienen un montón de eso, como quiera que se llame —dijo el Decano—. No es un mundo que permita que una completa catástrofe lo deprima.

Las cosas cambiaron. Los peces de gelatina de repente parecían muy populares. Una teoría que ganaba terreno era que el mundo por sí mismo los estaba generando de alguna manera automática.

—Obviamente, si hay demasiados conejos, tendrás que inventar los zorros —dijo el Decano, en una de las reuniones regulares—. Si tienes peces, y quieres fosfatos, necesitas aves marinas.

—Eso solamente funciona si tienes narrativium —dijo Caviloso—. No tenemos evidencia, señor, de que nada en el planeta tenga el concepto de la causalidad. Las cosas simplemente viven y mueren.

Y entonces, el jueves, el Discutidor Mayor descubrió un pez. Un pez real y nadador.

—Allí estás —dijo triunfalmente—. Los mares son el hogar natural de la vida. Miren a la tierra. Es sólo basura, francamente.

—Pero los mares no van a ningún lado —dijo Ridículo—. Mira esos mariscos con tentáculos que tratabas de educar ayer. Apenas si ocurrió que cuando hiciste un movimiento brusco te lanzaran tinta y se fueran nadando.

—No, no, ellos estaban tratando de comunicarse —insistió el Discutidor Mayor—. La tinta es un medio natural, después de todo. ¿No tienes la

impresión de que todo está *esforzándose*? Míralos. Puedes *verles* pensar, ¿verdad?

Había un par de las cosas en un tanque a sus espaldas, espiando desde sus grandes conchas en espiral. El Discutidor Mayor tenía la idea de que se les podían enseñar tareas simples, las que podrían pasar a los otros amonites. Se estaban volviendo casi una decepción. Podrían ser buenos pensando, pero eran unos tontos al no hacer realmente nada con eso.

—Eso es porque aquí no tiene sentido ser capaces de pensar si no tienes mucho en qué pensar —dijo el Decano—. Absolutamente nada que pensar sobre el mar. Mareas que llegan, mareas que se van, todo está húmedo, fin del discurso filosófico.

—Ahora *estos* son los muchachos —prosiguió, desplazándose hasta el otro tanque. El Equipaje había hecho un trabajo bastante bueno como recolector, considerando que los especímenes no parecían tener temor de Rincewind.

—Hmf —sorbió el Discutidor Mayor—. Piojos de la madera acuáticos.

—Pero hay un montón de ellos —dijo el Decano—. Y tienen piernas. Los he visto sobre la playa.

—Por accidente. Y no tienen nada para usar como manos.

—Ah, bien, me alegro que hayas señalado eso... —dijo el Decano, caminando hacia el siguiente acuario.

Contenía cangrejos.

El Discutidor Mayor tuvo que admitir que los cangrejos parecían un buen candidato para el estatus de Forma de Vida Superior. HEX había localizado algunos sobre el otro lado del mundo que se estaban moviendo muy bien, con pequeñas ciudades bajo el agua custodiadas por anémonas de mar cuidadosamente trasplantadas, y lo que parecían ser granjas de mariscos. Incluso habían inventado una forma primitiva de guerra y habían construido estatuas, de arena y saliva, aparentemente para cangrejos famosos que habían caído en batalla.

Después del café, los hechiceros les echaron otra mirada cincuenta mil años más tarde. Para regocijo del Decano, la presión de la población había forzado a los cangrejos a subir a tierra también. La arquitectura no había mejorado, pero ahora había granjas de algas en las lagunas, y unos cangrejos aparentemente más estúpidos habían sido esclavizados con propósitos de transporte y de campañas inter-clanes. Algunas grandes balsas con velas tejidas toscamente estaban amarradas en una laguna, y repletas de cangrejos. Parecía que los cangrejos estaban planificando un Gran Salto al Costado.

—No *bastante* aún —dijo Ridículo—. Pero definitivamente prometedor, Decano.

—Ya ves, el agua es demasiado fácil —dijo el Decano—. La comida flota por allí, no hay mucho problema con el clima, no hay nada contra qué chocar... recuerda mis palabras, la tierra es el lugar donde construir un poco de esqueleto...

Se escuchó un estrépito en HEX, y el campo de visión del omniscopio retrocedió rápidamente hasta que el mundo fue sólo una canica flotando en el espacio.

—Oh, cielos —dijo el ArchiCanciller, señalando un reguero de gas—. Entrando.

Los hechiceros observaron tristemente mientras gran parte de una semiesfera se convertía en un caldero de vapor y fuego.

—¿Sucederá esto *cada vez*? —dijo el Decano, mientras el humo caía y se esparcía a través de los mares.

—Maldigo ese sol desmesurado y todos esos planetas —dijo Ridículo.

—Y ustedes señores debieron haber sacado esas bolas de nieve. Tarde o temprano se caen.

—Sería bueno para una especie hacer un intento por cinco minutos sin ser congelada o asada —dijo el Discutidor Mayor.

—Es la vida —dijo Ridículo.

—Pero no por mucho tiempo —dijo el Discutidor Mayor.

Se escuchó un quejido desde atrás.

Rincewind colgaba en el aire, con el traje de estar virtualmente allí brillando a su alrededor.

—¿Qué pasa con él? —dijo Ridículo.

—Er... le pedí que investigara la civilización de cangrejos, señor.

—¿La que el cometa acaba de echar por tierra?

—Sí, señor. Un billón de toneladas de roca acaba de evaporarse a su alrededor, señor.

—Sin embargo no puede haberle *herido*, ¿verdad?

—Probablemente le hizo saltar, señor.

TREINTA

ARENA UNIVERSAL PARROQUIAL

EL AZAR PUEDE HABER JUGADO UN ROL MÁS IMPORTANTE en asegurar nuestra presencia sobre la Tierra que el que imaginamos. No solamente no somos el pináculo de la evolución: es concebible que casi no apareciéramos definitivamente. Por otro lado, si la vida había vagabundado fuera de la huella evolutiva que conducía hacia nosotros, bien podría haber metido la pata en algo similar a cambio. Cangrejos inteligentes, por ejemplo. O unas medusas tejedoras muy sesudas.

No tenemos idea de cuántas especies prometedoras fueron barridas por una sequía repentina, el colapso de un recurso vital, el choque de un meteorito, o la colisión de un cometa. Todo lo que tenemos es el registro de esas especies que sucede que dejaron fósiles. Cuando observamos el registro de esos fósiles comenzamos a ver un vago patrón, una tendencia hacia el incremento de complejidad. Y varias de las más importantes innovaciones evolutivas parecen estar asociadas con las mayores catástrofes...

Cuando observamos los organismos de hoy, algunos de ellos parecen muy simples mientras que otros parecen más complejos. Una cucaracha parece mucho más simple que un elefante. De modo que estamos inclinados a pensar en una cucaracha como 'primitiva' y en un elefante como 'avanzado', o podemos decir organismos 'más bajos' y 'más altos'. También recordamos que la vida ha evolucionado, y que los organismos complejos de hoy deben haber tenido ancestros más simples, y a menos que seamos muy cuidadosos todavía pensamos de los organismos 'primitivos' de hoy como típicos de los ancestros de los complejos organismos de hoy. Nos han dicho que los humanos evolucionaron desde algo que más parecía un simio, y hemos sacado la conclusión de que los chimpancés son más primitivos, en un sentido evolutivo, que lo que somos nosotros.

Cuando hacemos esto, confundimos dos cosas diferentes. Una es una especie de catálogo por complejidad de los organismos de *hoy*. La otra es el catálogo por tiempo de los organismos de hoy, los ancestros de ayer, los ancestros de los ancestros del día anterior, y todo así. Aunque la cucaracha de hoy puede ser primitiva en el sentido de que es más simple que un

elefante, no es primitiva en el sentido de ser un antiguo organismo ancestral. No puede serlo: es la cucaracha de *hoy*, una cucaracha dinámica y valiente que está lista para enfrentar los desafíos del nuevo milenio.

Aunque los antiguos fósiles de cucarachas tienen la misma apariencia que las modernas, operaban en diferentes entornos. Lo que se necesita para hacer posible una cucaracha en el Cretáceo es probablemente muy diferente a lo que se necesita para hacer posible una cucaracha hoy. En particular, el ADN de una cucaracha del Cretáceo era probablemente y significativamente diferente del ADN de una cucaracha moderna. Los genes tienen que correr muy rápido para lograr que el cuerpo no cambie.

La imagen general de la evolución que los teóricos han concretado parece un árbol ramificado, con el tiempo subiendo como savia desde el tronco abajo, cuatro billones de años en el pasado, hasta las puntas de las ramitas más altas, el presente. Cada rama, tallo, o ramita representa una especie, y todas las ramas apuntan hacia arriba. Esta figura del 'Árbol de la Vida' es fiel a un aspecto clave de la evolución... una vez que una rama se ha separado, nunca se vuelve a unir. Las especies divergen, pero no se pueden unir.⁴⁶

De todos modos, la imagen del árbol es engañosa en varios aspectos. No hay relación, por ejemplo, entre el grueso de la rama y el tamaño de la correspondiente población -el grueso tronco abajo puede representar menos organismos, o menor masa orgánica total, que la ramita del extremo. (Piense en la ramita humana...) La manera en que las ramas se dividen también puede inducir a error: implica una especie de continuidad a largo plazo de las especies, aún cuando aparecen otras, porque en un árbol las ramas crecen gradualmente desde las más viejas. Darwin pensaba que la especiación -la formación de nuevas especies- es generalmente gradual, pero puede haber estado equivocado. La teoría del 'equilibrio interrumpido' de Stephen Jay Gould y Niles Eldredge sostiene lo contrario: la especiación es repentina. De hecho, hay excelentes razones matemáticas para esperar que la especiación tenga elementos de ambas -algunas veces repentina, otras gradual.

Otro problema con la imagen del Árbol de la Vida es que varias de sus

⁴⁶ Hay una razón tonta para esto, y una sensata. La razón tonta es que las especies están habitualmente definidas por ser diferentes si no se cruzan. Si dos especies separadas no se cruzan, es difícil volver a ponerlas juntas. La razón sensata es que la evolución sucede por mutaciones al azar -cambios en el código del ADN- seguidas de selección. Una vez que un cambio ha ocurrido, no es posible deshacerlo por futuras mutaciones al azar. Es como conducir por calles al azar, llegando a un lugar en particular, y entonces continuando al azar. Lo que no esperamos es que se revierta la ruta y que termine donde se comenzó. (Nota de los autores)

ramas están faltando -varias especies no son representadas en el registro fósil. El aspecto más engañoso de todos es la manera en que los humanos se ubican en el extremo superior. Por razones psicológicas igualamos altura con importancia (como en la frase 'su real alteza'), y nos gusta la idea de que somos la criatura más importante del planeta. De todos modos, la altura de las especies en el Árbol de la Vida indica cuándo floreció, de modo que todos los organismos modernos, sean cucaracha, abeja, tenia o vaca están tan exaltados como nosotros.

Gould, en *Wonderful Life*, objetó la imagen de 'árbol' por otras razones, y basó sus objeciones en una notable serie de fósiles preservados en una capa de rocas conocida como la Esquistos Burgess. Estos fósiles, que datan del comienzo del Cámbrico,⁴⁷ son restos de criaturas de cuerpos blandos que vivían en bancos de lodo, y que quedaron atrapadas durante un deslizamiento. Existen muy pocos fósiles de criaturas de cuerpo blando, porque normalmente sólo las partes más duras sobreviven la fosilización. De todos modos, la significación de los fósiles de los Esquitos Burgess no tuvo reconocimiento desde su descubrimiento por Charles Walcott en 1909, hasta que Harry Whittington hizo observaciones más cuidadosas en 1971. Los organismos estaban aplastados, y era virtualmente imposible reconocer qué forma tendrían mientras estaban vivos. Entonces Simon Conway Morris separó las capas de esquistos y reconstruyó las formas originales con la ayuda de un ordenador -y el extraño secreto de los Esquistos Burgess fue revelado al mundo.

Hasta ese momento, los paleontólogos habían clasificado los organismos de los Esquistos Burgess dentro de varios tipos convencionales - gusanos, artrópodos, lo que sea. Pero ahora se volvía claro que la mayoría de esas asignaciones estaban erradas. Conocíamos, por ejemplo, solamente cuatro tipos convencionales de artrópodos: trilobites (ahora extintos), queliceratos (arañas y escorpiones), crustáceos (cangrejos y camarones) y uniramios (insectos y otros). Los Esquistos Burgess contienen representantes de todos esos -pero también contienen otros *veinte* tipos radicalmente diferentes. En ese único deslizamiento de lodo, preservada en capas de esquistos como flor apretada entre las páginas de un libro, encontramos más diversidad que en toda la vida de hoy.

Meditando en este asombroso descubrimiento, Gould se dio cuenta de que la mayoría de las ramas del Árbol de la Vida que crecía de las bestias de los Burgess debían haber 'saltado fuera' por medio de la extinción. Hace

⁴⁷ De acuerdo con los métodos de datación más recientes, el Cámbrico comenzó hace 543 millones de años. La capa de esquistos Burgess fue depositada entre los 530 y 520 años atrás. (Nota de los autores)

mucho tiempo, 20 de esos 24 esquemas corporales de artrópodos desaparecieron de la faz de la Tierra. La Parca de la Muerte estaba podando el Árbol de la Vida, y aplicando mano dura con las podas. Entonces, Gould sugirió que una mejor imagen que un árbol sería algo como una malezal. Aquí y allá 'arbustos' de especies brotando desde el nivel de suelo primitivo. La mayoría, de todos modos, dejaron de crecer y fueron podadas hace cientos de millones de años. Otros arbustos crecían hasta ser matas altas antes de detenerse... y un solo árbol alto llegó hasta el presente. O tal vez lo hemos reconstruido de manera equivocada, uniendo varios árboles en el mismo.

Esta nueva imagen cambia nuestra visión de la evolución humana. Un animal en los Esquistos Burgess denominado *Pikaia* es un cordado. Este es el grupo que evolucionó en todos los animales de hoy que tienen columna vertebral, incluyendo peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. El *Pikaia* es nuestro distante ancestro. Otra criatura en los Esquistos Burgess, el *Nectocaris*, tiene un frente artrópodo pero un trasero cordado, y no dejó descendencia viva. Ambos compartían el mismo ambiente, y obviamente ninguno era más 'apto' para sobrevivir que el otro. De todos modos, si uno fue evolutivamente menos apto, casi seguramente habría muerto tiempo antes de que los fósiles se formaran. Entonces, ¿qué determinó qué rama sobreviviría y cuál no? La sugerencia de Gould fue: *oportunidad*.

Los Esquistos Burgess se formaron en una frontera geológica: al final del Precámbrico y al comienzo del Paleozoico. La primera parte del paleozoico es conocida como el periodo Cámbrico, y es el tiempo de la enorme diversidad biológica -la 'explosión Cámbrica'. Las criaturas de la Tierra se estaban recuperando de la extinción en masa de las Ediacaranas, y la evolución tomó la oportunidad de jugar nuevos juegos, porque por un tiempo no importaba que los jugara mal. La 'presión de la selección' sobre los nuevos esquemas corporales era pequeña porque la vida no se había recuperado completamente de la gran matanza. En estas circunstancias, decía Gould, lo que sobrevive y lo que no es mayormente cuestión de suerte -deslizamiento o no, clima húmedo o seco. Si la evolución pasaba este punto, es bastante posible que sobrevivieran organismos totalmente diferentes, y que diferentes ramas del Árbol de la Vida tendrían que ser quitadas.

Después de una segunda vuelta, sería fácil que se cortara *nuestra* rama.

La visión de la evolución como un proceso 'contingente', uno con un

montón de alternativas al azar involucradas, tiene cierto atractivo. Es una manera muy fuerte de establecer el punto de que los humanos *no* son el pináculo de la creación, *no* el propósito de toda la empresa.⁴⁸ ¿Cómo podríamos serlo si unas pocas vueltas al azar podrían habernos barrido de la mesa para siempre? De todos modos, Gould casi excede su apuesta (y se retractó un poco en publicaciones posteriores). Un problema menor es que las más recientes reconstrucciones de las bestias de los Esquistos Burgess sugieren que su diversidad puede haber sido algo sobrevalorada -aunque aún así eran muy diversas.

Pero el agujero principal en el argumento es la convergencia. La evolución se instala en soluciones de problemas de supervivencia, y el rango de las otras soluciones es pequeño. Nuestro mundo presente está repleto de ejemplos de 'evolución convergente', en la cual las criaturas tienen formas similares pero muy diferente historia evolutiva. El tiburón y el delfín, por ejemplo, tienen la misma línea aerodinámica, nariz afilada, y aleta dorsal triangular. Pero el tiburón es un pez y el delfín un mamífero.

Podemos dividir los rasgos de los organismos en dos clases generales: universales y parroquiales. Las universales son soluciones generales a problemas de supervivencia -métodos que son ampliamente aplicables a los que evolucionaron independientemente en distintas ocasiones. Las alas, por ejemplo, son el universal para volar: evolucionaron separadamente en insectos, aves, murciélagos, e inclusive en peces voladores. Los parroquiales aparecen por accidente, y no hay razón para que se repitan. Nuestras vías alimenticias se cruzan con las vías aéreas, provocando montones de tos y salivazos cuando 'algo se va por el camino equivocado'. Esto no es universal: tenemos eso porque sucede que nuestro ancestro distante, el que primero se arrastró fuera del mar, lo tenía. No es un arreglo terriblemente sensato -sólo funciona lo suficientemente bien para que sus defectos no cuenten en nuestra contra cuando se combinan con cualquier otra cosa que nos hace humanos. Sus deficiencias fueron toleradas desde el primer pez fuera del agua, a través de los anfibios y dinosaurios, hasta las aves modernas y desde los anfibios a través de los reptiles mamíferos hasta los mamíferos como nosotros. Porque la evolución no puede fácilmente des-evolucionar los rasgos principales de un esquema corporal, nos quedamos con eso.

Si nuestros distantes ancestros se hubieran muerto por accidente, ¿habría algo como nosotros por aquí? Parece bastante imposible que

⁴⁸ En palabras del Dios de la Evolución de Mundodisco: 'El propósito de toda la cuestión es ser toda la cuestión'. (Nota de los autores)

criaturas exactamente como nosotros hubieran aparecido porque un montón de lo que nos hace funcionar es parroquial. Pero la inteligencia parece un caso claro de universal -los cefalópodos evolucionaron inteligencia independiente de la de los mamíferos, y de todos modos, la inteligencia es un truco genérico. De modo que parece posible que alguna otra forma de vida inteligente haya evolucionado a cambio, aunque no necesariamente cumpliendo la misma tabla de tiempo. En una Tierra alternativa, los cangrejos inteligentes podrían haber inventado un mundo de fantasía con forma de plato playo que cabalgara sobre cinco esponjas sobre las espaldas de un erizo de mar gigante. Tres de ellos podrían estar escribiendo en este momento *La Ciencia de Mundoplato*.

Lo sentimos. Pero es cierto. Pero por la caída de una roca aquí, el patrón de las mareas allá, nosotros pudimos no ser nosotros. Lo más interesante es que *hubiéramos* sido algo más.

TREINTA Y UNO

EL FUTURO ES TRITÓN

HEX ESTABA PENSANDO MUCHO OTRA VEZ. Operar el pequeño universo le estaba tomando mucho menos tiempo que el que había esperado. Más o menos operaba por sus medios, de hecho. La gravedad funcionaba sin mucha atención, se formaban nubes de lluvia sin mayor interferencia y llovía todos los días. Las bolas giraban unas alrededor de las otras.

HEX no pensaba que era una vergüenza el avance de los cangrejos. HEX no había pensado que fuera maravilloso que los cangrejos se hubieran levantado. HEX pensaba en los cangrejos como *algo que había sucedido*. Pero se había interesado en espiar la Cangrejitud -la manera en que los cangrejos se llamaban a sí mismos, o pensaban en el universo (en términos de cangrejos), o tenían leyendas del Gran Cangrejo claramente visible en la Luna, o retenían en curiosos símbolos los pensamientos de grandes cangrejos, y escribían poesía acerca de la nobleza y la fragilidad de la vida cangreja, siendo totalmente preciso, como resultó, en este último punto.

HEX se preguntaba: si tienes la vida, entonces la inteligencia surgirá en algún lugar. Si tienes exteligencia, entonces la inteligencia surgirá en algún lugar. Si no, la inteligencia no tiene mucho *para qué* ser inteligente. Esa era la diferencia entre un pequeño crustáceo oceánico y una pared completa de creta.

La máquina también se preguntaba si debería pasar estas ideas a los hechiceros, especialmente porque ellos realmente vivían en uno de los mundos de mayor surgimiento de la exteligencia. Pero HEX sabía que sus creadores eran infinitamente más inteligentes que él. Y grandes maestros del disimulo, obviamente.

El Profesor en Runas Recientes había diseñado una criatura.

—Realmente, todo lo que necesitamos es una lapa básica o buccino⁴⁹, para comenzar —dijo, mientras miraba la pizarra—. Lo traemos acá para decir las palabras mágicas apropiadas, unos pocos hechizos de crecimiento,

⁴⁹ Caracol marino de concha pequeña y abocinada, cuya tinta solían mezclar los antiguos con las de las púrpuras y los múrices para teñir las telas. (Nota del traductor)

y entonces la Naturaleza tomará su curso. Y ya que esas extinciones parecen estar barriendo todo, gradualmente se volverá la especie dominante.

—¿Cuál es la escala, dime? —dijo Ridículo críticamente.

—Cerca de dos millas hasta la punta del cono —dijo el Profesor—. Cerca de cuatro millas en la base.

—Entonces no es muy movable —dijo el Decano.

—El peso de la concha ciertamente le estorbará, pero imagino que debe ser capaz de moverse una distancia igual a su longitud en un año, tal vez dos.

—Entonces, ¿qué comerá?

—De todo lo demás.

—Tal como...

—Todo. He previsto agujeros de succión alrededor de la base aquí, de modo que puede filtrar del agua de mar cosas útiles como el plankton.

—Plankton, ¿que es...?

—Oh, ballenas, bancos de peces y todo eso.

Los hechiceros miraron ardua y largamente al enorme objeto con forma de cono.

—¿Inteligencia? —dijo Ridículo.

—¿Para qué? —dijo el Profesor en Runas Recientes.

—Ah.

—Soportará cualquier cosa excepto el golpe *directo* de un cometa, y estimo que tendrá una vida de unos 500.000 años.

—¿Y entonces morirá? —dijo Ridículo.

—Sí. Estimo que, por entonces, le tomará veinticuatro horas y un segundo absorber suficiente alimento para durar veinticuatro horas.

—¿De modo que después de eso estará muerto?

—Sí.

—¿Lo sabrá?

—Probablemente no.

—Regresa a la pizarra, Profesor Mayor.

Caviloso suspiró.

—No es bueno esconderse —dijo—. No ayudará. Estamos prestando atención especial a los cometas. Te lo haremos saber con suficiente anticipación.

—¡No tienes idea de cómo fue eso! —dijo Rincewind, arrastrándose a lo largo de la playa—. ¡Y el ruido!

—¿Has visto al Equipaje?

—¡Hizo tronar mis oídos, te lo puedo asegurar!

—¿Y el Equipaje?

—¿Qué? Oh... se fue. ¿Has *mirado* por ese lado del planeta? ¡Hay todo un grupo nuevo de cadenas de montañas!

Los hechiceros habían dejado que el tiempo corriera un poco después del choque. Había hecho un desorden deprimente con todo. Ahora, surgiendo de sus reservas sin fondo de bloodimindium, la vida estaba recuperando sus fuerzas. Los cangrejos habían regresado aunque, al menos aquí, no parecían inclinados a hacer ni una simple estructura. Tal vez algo en sus almas les decía que a la larga sería una pérdida de tiempo.

Rincewind mentalmente los tachó de la lista. Busca señales de inteligencia, había dicho el ArchiCanciller. En lo que a Rincewind tocaba, cualquier cosa realmente inteligente se mantendría fuera del camino de los hechiceros. Si ves que un hechicero está mirándote, aconsejaría Rincewind, entonces ¿deberías meterte en un árbol, o decir 'dur'?

A lo largo de todas las playas, y por encima de la superficie, todo estaba actuando con recomendable estupidez.

Un sonido suave le hizo mirar hacia abajo. Casi había pisado un pez.

Estaba a cierta distancia de la línea de agua y se retorció a través del lodo hacia un charco de agua estancada.

Hombre gentil por naturaleza, Rincewind lo levantó rápidamente y lo llevó hasta el mar. El pez dio unas vueltas en las aguas bajas y entonces, para su asombro, comenzó su camino hacia el lodo otra vez.

Lo regresó otra vez, ahora a aguas más profundas.

Treinta segundos más tarde, el pez estaba de nuevo sobre la playa.

Rincewind se puso de cuclillas, mientras la cosa se meneaba con determinación hacia adelante.

—¿Te ayudaría hablar con alguien? —dijo—. Quiero decir, tienes una buena vida allá en el mar, no tiene sentido arrojarlo todo por la borda, ¿verdad? Hay siempre una línea de plata si sabes hacia dónde mirar. Está bien, está bien, la vida es una playa. Y tú eres un pez muy malo. Pero, sabes, la belleza está sólo en la profundidad, y...

—¿Qué sucede? —dijo la voz de Caviloso en su oído.

—Le estaba hablando a este pez —dijo Rincewind.

—¿Por qué?

—Sigue saliendo del agua. Parece que quiere hacer cualquier cosa que sea lo opuesto a chapotear.

—¿Entonces?

—Me dijiste que buscara cualquier cosa interesante.

—El consenso aquí es que los peces no son interesantes —dijo Caviloso—. Los peces son aburridos.

—Puedo ver peces más grandes en lo bajo —dijo Rincewind—. Tal vez está tratando de alejarse de ellos.

—Rincewind, los peces están diseñados para vivir en el agua. Es por eso que son peces. Ve y busca algunos cangrejos. Y pon al pobre loquito de regreso en el mar, por amor de Dios.

—Tal vez sea necesario repensar las cosas aquí —dijo Ridículo.

—Acerca de los tritones —dijo Caviloso.

—Tritones es ir demasiado lejos —dijo el Decano—. He visto cosas mejor torneadas en el retrete.

—Quiero que la persona que puso los tritones en este continente se ponga de pie ahora mismo —dijo Ridículo.

—Nadie pudo —dijo el Discutidor Mayor—. Nadie ha visto al Equipaje desde el último cometa. No pudimos poner nada allí.

—Lo sé, porque tenía un tanque de buccinos taumatúrgicamente tratados ya listos para salir —dijo el Profesor en Runas Recientes—. ¿Y qué se supone, por favor, que tengo que hacer con ellos?

—Alguna clase de cazuela parecería estar a la orden —dijo el Decano.

—La evolución hace las cosas mejores —dijo Ridículo—. No las puede hacer *diferentes*. Está bien, parecen haber aparecido algunos anfibios bastante aburridos. Pero, y eso es importante, esos peces que informó Rincewind aún están por allí. Ahora, si se van a convertir en cosas con piernas, ¿por qué están aún allí?

—Los renacuajos son peces —dijo el Tesorero.

—Pero un renacuajo sabe que va a ser un sapo —dijo Ridículo pacientemente—. No hay narrativium en este mundo. Ese pez no puede estar diciéndose a sí mismo, 'Ah, una nueva vida me llama desde tierra seca, caminando sobre estas cosas para las que aún no tengo nombre'. No, o el planeta está de alguna manera generando nueva vida, o estamos de regreso a la teoría de 'dioses escondidos'.

—Todo ha ido mal, ya sabes —dijo el Decano—. Es el bloodimindium. Ni siquiera los dioses podrían controlar este lugar. Una vez que hay vida, hay un completo y absoluto caos. ¿Recuerdan el libro que trajo el Bibliotecario? ¡Es completa fantasía! ¡Nada parece suceder así! ¡Todo hace sólo lo que quiere!

—El progreso se está haciendo —dijo Caviloso.

—¿Anfibios grandes? —se burló el Discutidor Mayor—. Y las cosas

estaban tan bien en el mar. ¿Recuerdan esas medusas que tejían? ¡Y hasta los cangrejos tenían una civilización terrestre floreciente! ¡Prácticamente tenían una cultura!

—Se *comían vivos* a los enemigos capturados —dijo el Profesor en Runas Recientes, con paciencia.

—Bueno... sí. Pero con cierta etiqueta, al menos —admitió el Discutidor Mayor—. Y delante de su estatua de arena del Gran Cangrejo. Estaban, obviamente, intentando controlar su mundo. ¿Y qué bien les hizo? Un millón de toneladas de hielo blanco les pegó en medio de los ojos. Es tan desconcertante.

—Tal vez debieron haber comido más enemigos —dijo el Decano.

—Tal vez tarde o temprano el planeta comprenderá el mensaje —dijo Ridículo.

—¿Tal vez sea tiempo de grandes buccinos? —dijo esperanzado el Profesor en Runas Recientes.

—Grandes tritones son lo que tenemos ahora —dijo Ridículo. Lanzó una mirada al Decano y al Discutidor Mayor. Ridículo no había mantenido su posición en lo alto de la pila de la hechicería de la UU sin un poco de entendimiento político—. Y los tritones, caballeros, podrían ser la manera de continuar. ¿Anfibios? ¿En casa en agua y en tierra? Lo mejor de los dos mundos, me imagino.

Los dos hechiceros intercambiaron miradas avergonzadas.

—Bueno... supongo... —dijo el Discutidor Mayor.

—Podría ser —dijo el Decano a regañadientes—. Podría ser.

—Entonces aquí estamos —dijo feliz Ridículo—. El futuro es tritón.

TREINTA Y DOS

NUEVE CONTRA DIEZ

NO HAY NARRATIVIUM EN ESTE MUNDO.

Alejémonos un poco del entrañable relato ancestral del Pez Que Salió Del Mar, y veamos un tema un poco más filosófico.

Los hechiceros están desconcertados. En Mundodisco las cosas suceden porque el imperativo narrativo *hace* que sucedan. No hay elección en los finales, solamente en los medios. El Profesor en Runas Recientes está tratando de hacer que suceda una forma de vida sustentable. Él piensa que el obstáculo a la sustentabilidad es la fragilidad de la vida -de modo que la única forma que ve para lograrlo es una lapa de dos millas, a prueba de todo lo que el cielo pueda arrojar.

Nunca se le ocurre que las formas de vida podrían lograr sustentabilidad por otros métodos menos directos, a pesar de la evidencia de sus ojos que sugiere que una terca tenacidad parece permitir que la vida surja en los ambientes más inhóspitos, recreándose a sí misma efectivamente una y otra vez. Los hechiceros están atormentados entre la evidencia de que un planeta es el último lugar que elegirían para crear vida, y la evidencia de que la vida no está de acuerdo con eso.

En Mundodisco es claramente reconocido que una oportunidad en un millón ocurre nueve de cada diez veces.⁵⁰ La razón es que todos los personajes de Mundodisco viven una historia, y las necesidades de la historia determina cómo se desenvuelven sus vidas. Si se necesita una oportunidad en un millón para mantener la historia en su trayectoria, entonces eso es lo que sucederá, a pesar de malísimas probabilidades. En Mundodisco las abstracciones generalmente se muestran como *cosas*, de modo que incluso hay una cosa -narrativium- que asegura que todos obedecen el narrativo imperativo. Otra personificación de lo abstracto, Muerte, también asegura que cada historia individual termine exactamente cuando se supone. Aún cuando un personaje trata de comportarse en contra de la historia en la cual se encuentra, el narrativium asegura que el final resulta consistente con la historia, de todos modos.

⁵⁰ Por cierto que esta es una parte fundamental del relato de una historia. Si el héroe no ha superado enormes males, ¿cuál sería la *gracia*? (Nota de los autores)

Lo que desconcierta a los hechiceros es que nuestro mundo no es así...

¿O sí?

Después de todo, las personas también viven en nuestro mundo, y son personas que manejan historias⁵¹.

Para dar un buen ejemplo, una historia de personas que manejan. El escenario es el circuito del Gran Premio de Jerez, la última carrera de la temporada de Fórmula Uno de 1997-98... El conductor Michael Schumacher está a un punto delante de su archi-rival Jacques Villeneuve en el Campeonato. El compañero de equipo de Villeneuve, Heinz-Harold Frentzen, bien puede jugar un rol táctico crucial. Los conductores están compitiendo por la 'pole position' en la grilla de salida, que será para el que haga la vuelta más rápida en las sesiones de clasificación. Cosa sin precedentes, Villeneuve, Schumacher y Frentzen dieron la vuelta en 1 minuto y 21,072 segundos, el mismo tiempo a la milésima de segundo. Una coincidencia asombrosa.

Bueno: seguramente fue una 'coincidencia'... el tiempo de vuelta *coincidió*. ¿Pero era realmente asombroso?

Preguntas como ésta también surgen en la ciencia, y son importantes. ¿Cuán significativa, estadísticamente hablando, es la concentración de casos de leucemia cerca de una instalación nuclear? La fuerte relación entre el cáncer de pulmón y un fumador en la familia, ¿indica realmente que fumar pasivamente es peligroso? ¿Son los peces sexualmente anormales una indicación de químicos similares al estrógeno en nuestra provisión de agua?

Un buen ejemplo. Se dice que el 84% de los hijos de pilotos de guerra israelíes son niñas. ¿Qué hay en la vida de un piloto de guerra que produce tal predominancia de niñas? ¿Podría una respuesta conducir hacia un avance importante en la elección del sexo de los hijos? ¿O es sólo una broma estadística? No es fácil decidir. Los sentimientos de las tripas son peores que inútiles, porque los seres humanos tienen bastante pobre intuición para eventos al azar. Algunas personas creen que los números de la lotería que hace tiempo no salen son los más probables de aparecer en el futuro. Pero la máquina de la lotería no tiene 'memoria' -su futuro es independiente de su pasado. Esas bolas coloreadas *no saben* cuán frecuentemente han aparecido en anteriores jugadas, y no tienen tendencia a compensar los anteriores desequilibrios.

Nuestra intuición se pone aún más extraviada cuando aparecen las coincidencias. Usted va a nadar, y el tipo detrás del mostrador toma del

⁵¹ Drive stories puede ser traducido de diferentes maneras, pero el verbo drive también se traduce como conducir, y es así como se conecta con el párrafo siguiente. (Nota del traductor)

cajón una llave al azar. Usted llega al vestuario y se siente aliviado porque muy pocos de los armarios están en uso... y entonces resulta que a tres personas les han dado armarios vecinos al suyo y todo es ¡lo siento!, y cerrar las puertas de los armarios todos al mismo tiempo. O está en Hawai, por única vez en su vida... y se encuentra con el húngaro con quien trabajó en Harvard. O está de luna de miel, de campamento en una remota región de Irlanda... y usted y su esposa se encuentran con el Jefe de Departamento y *su* nueva esposa, caminando hacia el otro lado por una playa, que estaría de otra manera desierta. Todo esto le sucedió a Jack.⁵²

¿Por qué encontramos tan llamativas a las coincidencias? Porque esperamos que los eventos al azar sean uniformemente distribuidos, de modo que los datos estadísticos desusados nos sorprenden. Pensamos que una jugada 'típica' de lotería es algo como 5, 14, 27, 36, 39, 45, pero que 1, 2, 3, 19, 20, 21 es mucho menos probable. Realmente, estos dos grupos de números tienen la misma probabilidad: 1 en 13.983.816. Una jugada típica de lotería frecuentemente incluye varios números próximos, porque las secuencias de seis números al azar entre 1 y 49 son más posibles que sí se agrupan a que no.

¿Cómo sabemos eso? Los teóricos de la probabilidad abordan esta pregunta utilizando 'espacios de muestra' -su nombre para lo que antes denominamos un 'espacio de fase', un 'espacio' conceptual que organiza todas las posibilidades. Un espacio de muestra contiene no sólo el evento que nos interesa, sino también todas las alternativas posibles. Si estamos tirando un dado, por ejemplo, entonces el espacio de muestra es 1, 2, 3, 4, 5, 6. Para la lotería, el espacio de muestra es el conjunto de todas las secuencias de seis números diferentes entre 1 y 49. En el espacio de muestra, un valor numérico es asignado a cada evento, denominado su 'probabilidad', y corresponde a cuán posible es que ese evento suceda. Para un juego de dados cada valor es igualmente posible, con la probabilidad de 1/6. Ídem para la lotería, pero ahora su probabilidad es 1/13.983.816.

Podemos utilizar una aproximación de espacio de muestra para obtener una estimación sobre lo asombroso de la coincidencia de Fórmula Uno. Todos los conductores de punta dan la vuelta a una velocidad muy similar, de modo que los tres tiempos más rápidos pueden fácilmente caer dentro del mismo periodo de una décima de segundo. A intervalos de una milésima de segundo hay cien tiempos de vuelta posibles para cada uno a elegir: esta lista determina el espacio de muestra. La probabilidad de coincidencia

⁵² Jack no es un nombre cualquiera... Es Jack Cohen, coautor. (Nota del traductor)

resulta ser una en diez mil. Suficientemente imposible para ser llamativo, pero no tan imposible para sentirnos asombrados.

Estimaciones como ésta ayudan a explicar coincidencias asombrosas informadas en los periódicos, tal como un jugador de bridge que recibe la 'mano perfecta' -todas las trece cartas del mismo palo. La cantidad de partidos de bridge jugados cada semana en todo el mundo es enorme -tan enorme que los eventos reales superan todo el espacio de muestra cada pocas semanas. De modo que ocasionalmente sucede una mano perfecta - con la frecuencia de que su probabilidad pequeña diferente de cero predice. La probabilidad de que todos los jugadores, cuatro, tengan una mano perfecta al mismo tiempo es tan microscópica que aún si en cada planeta de la galaxia hubiera un billón de habitantes, todos jugando bridge todos los días por un millón de años, se podría esperar a que suceda.

Sin embargo. Muy frecuentemente los periódicos informan una mesa de cuatro manos perfectas. La conclusión sensata *no* es que haya ocurrido un milagro, sino que algo ha *cambiado* las oportunidades. Posiblemente los jugadores estuvieron cerca de cuatro manos perfectas, y la historia creció al contarla, de modo que cuando el periodista llegó con su fotógrafo, otra clase de narrativa imperativa se aseguró de que la historia se ajustara a lo que le habían contado. Posiblemente trampearon deliberadamente para ver sus nombres en el periódico. Los científicos, especialmente, tienden a subestimar la propensión de las personas a mentir. Más de un científico ha sido engañado al aceptar aparente evidencia de percepción extrasensorial o de eventos 'supernaturales', los que realmente pueden ser clasificados como trucos deliberados.

Varias otras coincidencias aparentes, en una investigación detallada, se deslizan hacia el área gris donde se sospechan los trucos, pero que nunca pueden ser probados -tanto por no poder obtener evidencia suficiente, o porque el problema no merece el esfuerzo. Otra manera de ser engañado con las coincidencias es por no tener conciencia de las condiciones escondidas que limitan el espacio de muestra. Esa 'mano perfecta' tal vez puede ser explicada por la manera en que los jugadores mezclan las cartas para la siguiente vuelta, que puede ser resumida como: pobremente. Si un mazo de cartas está acomodado de modo que las cuatro cartas de arriba son una de cada palo, y desde allí cada cuarta carta es del mismo palo, entonces se corta (pero no se mezcla, por cierto) el mazo las veces que quiera, y tendrá cuatro manos perfectas. Al final del juego, las cartas están sobre la mesa de una manera bastante ordenada, no al azar -de modo que no es sorprendente si tienen un grado de estructura después de que son

levantadas.

De modo que aún con un ejemplo ordenado como el bridge, la elección del espacio de muestra 'correcto' no es enteramente honesto. El espacio de muestra real es el 'mazo de cartas de la clase que habitualmente recogen los jugadores de bridge al concluir un partido', y *no* 'todos los mazos posibles de cartas'. Eso cambia las probabilidades.

Desafortunadamente, los estadísticos tienden a trabajar con el espacio de muestra 'obvio'. Para la cuestión de los pilotos israelíes, por ejemplo, tomarían el espacio de muestra a todos los niños de pilotos de guerra israelíes. Pero podría ser una elección equivocada, como lo muestra el siguiente relato.

De acuerdo con el folclore escandinavo, el Rey Olaf de Noruega estaba en disputa con el Rey de Suecia por la propiedad de una isla, y acordaron arrojar los dados por ella: dos dados, el total mayor ganaba. El Rey Sueco tiró doble seis. 'Ahora puedes intentar superarme', declaró triunfal. Sin inmutarse, el Rey Olaf lanzó los dados. Uno salió seis... y el otro se quebró por la mitad, una cara mostraba el seis y la otra un uno. 'Trece, yo gano', dijo Olaf.⁵³

Algo similar ocurre en *El Color de la Magia*, cuando varios dioses están jugando dados para decidir ciertos eventos de Mundodisco:

Dama asintió ligeramente. Levantó el cubilete y lo sostuvo quieto como una roca, hasta que todos los Dioses pudieran escuchar los tres cubos sonando dentro. Y entonces los envió rebotando a través de la mesa.

Un seis. Un tres. Un cinco.

De todos modos, algo le estaba pasando al cinco. Apaleado por la colisión casual de varios billones de moléculas, el dado saltó a uno, giró suavemente, y mostró un siete.

Ío el Ciego levantó el cubo y contó los lados.

—*Vamos*—dijo cansado—. Juega limpio.

El espacio de muestra de la naturaleza es frecuentemente más grande que lo que un estadístico convencional pudiera esperar. Los espacios de muestra son la manera humana de modelar la realidad: no capturan todo de ella. Y cuando adquiere una significación estimable, la elección de un espacio de muestra diferente puede cambiar completamente nuestras estimaciones de probabilidad. La razón para esto es un factor extremadamente importante -'información selectiva', que es un tipo de *narrativium* en acción. Este factor

⁵³ Posiblemente, estaba sosteniendo un hacha muy grande en ese momento. (Nota de los autores)

tiende a ser ignorado en la mayoría de las estadísticas convencionales. Esa mano perfecta de bridge, por ejemplo, para la prensa local, y aún nacional, es más posible hacerla que hacer una imperfecta. ¿Cuántas veces se lee el encabezado JUGADOR DE BRIDGE RECIBE MANO COMPLETAMENTE ORDINARIA, por ejemplo? El cerebro humano es un incontrolable dispositivo buscador de patrones, y se sujeta de ciertos eventos que considera significativos, lo sean o no, realmente. Al hacer esto, ignora a todos los eventos 'vecinos' que pueden ayudarle a juzgar cuán posible o imposible es realmente la coincidencia percibida.

La información selectiva afecta la significación de los tiempos de Fórmula Uno. Si no hubieran sido ellos, tal vez los puntos del Abierto de los Estados Unidos, de tenis, hayan contenido algún patrón no habitual, o los resultados del fútbol, o del golf... Cualquiera de ellos podría haber sido informado también -pero ninguna de las coincidencias fallidas, las que no sucedieron, hubieran estado en los titulares. LOS CONDUCTORES DE FÓRMULA UNO REGISTRARON DIFERENTES TIEMPOS... si incluimos sólo diez de los principales eventos deportivos en nuestra lista de los pudieron ser pero no fueron, esa oportunidad en diez mil baja hasta una en mil.

Habiendo comprendido esto, volvamos a los pilotos de guerra israelíes. Las estadísticas convencionales establecerían el espacio de muestra obvio, asignando probabilidades a niño y niña, y calculando la posibilidad de obtener el 84% de niñas de una manera al azar. Si fuese menor que uno por ciento, por decir, entonces la información sería declarada 'significativa al nivel del 99%'. Pero esto siempre ignora la información selectiva. ¿Por qué observamos los sexos de los niños de los pilotos de guerra israelíes en primer lugar? Porque nuestra atención *ya* había sido atraída hacia un dato desusado. Si en cambio el punto hubiera sido la altura de los niños de los fabricantes de aviones israelíes, o la habilidad musical de las esposas de los controladores de tráfico israelíes, entonces nuestros cerebros buscadores de puntos hubieran puesto el hecho ante nuestra atención. De modo que nuestro cálculo del nivel de significación tácitamente excluye varios otros factores que *no dan* datos desusados -haciéndolo engañoso.

El cerebro humano filtra vastas cantidades de información, buscando cosas que aparentan ser desusadas, y solamente entonces envía una señal conciente: ¡Wow! ¡Mira eso! Cuanto más amplia sea nuestra red de patrones de búsqueda, más posible es pescar un dato desusado. Por esta razón, es ilegítimo incluir la información que trajo dicho dato hasta nuestra atención como parte de la evidencia de que el propio dato es desusado. Sería como

buscar a través de un mazo de cartas hasta encontrar el as de espadas, poniéndolo sobre la mesa, y declarando milagrosos poderes que infaliblemente logra una hazaña cuya probabilidad es de uno en 52.

Exactamente este error fue cometido en los primeros experimentos sobre percepción extrasensorial. Se pidió a miles de sujetos que adivinaran cartas de un mazo especial de cinco símbolos. Cualquiera cuyo índice de aciertos estuviera por encima del promedio era invitado otra vez, mientras que los demás eran enviados a casa. Después de que esto continuara por varias semanas, ¡todos los sobrevivientes tuvieron un asombroso éxito! Entonces estos 'buenos adivinadores' fueron probados algo más. Extrañamente, mientras el tiempo pasaba, su índice de éxito se fue por debajo del promedio, como si los poderes estuvieran 'descendiendo'. Realmente, ese efecto no era para nada extraño. Sucedió porque los puntos altos iniciales estaban incluidos en la cuenta total. Si hubieran sido omitidos, entonces el índice de aciertos habría descendido, inmediatamente, hasta el promedio.

Y así es con los pilotos de guerra. Las curiosas figuras que atraen la atención de los investigadores a estos efectos particulares bien pueden ser el resultado de una información selectiva, o de una atención selectiva. Si es así, entonces podemos hacer una predicción: 'Desde ahora en adelante, las cifras volverán al cincuenta por ciento'. Si esta predicción falla, y si en cambio los resultados confirman los datos que revelaron el alerta, entonces la nueva información puede ser considerada significativa, y un nivel de significación puede ser sensatamente asignado por los métodos habituales. Pero la apuesta inteligente es para el cincuenta por ciento.

La presunta declinación de la cuenta de esperma puede ser un ejemplo de información selectiva. La historia, ampliamente repetida en la prensa, es que pasados los 50 años, la cuenta del esperma de un hombre 'normal' ha descendido a la mitad. No queremos decir que los que primeros publicaron la evidencia hubieran hecho información selectiva -hicieron todos los esfuerzos para evitar todas las fuentes de parcialidad o prejuicio que pudieran pensar. La 'información selectiva' fue realizada por los investigadores que tenían evidencia en contrario pero que no la publicaron porque pensaron que debía estar equivocada, por árbitros de publicaciones que aceptaron papeles que confirmaban la declinación con más frecuencia que los que no lo hacían, y por la prensa -quien encadenó una enorme pila de defectos sexuales relacionados en varias partes del reino animal en una simple e inigualable historia, ignorando que cada instancia individual tiene una explicación

razonable que no tiene nada que ver con la caída en la cuenta de esperma y frecuentemente nada que ver con el sexo.

Las anomalías sexuales en peces cerca de las salidas de las cloacas, por ejemplo, son debidas probablemente al exceso de nitratos, los cuales causan, como saben todos los criadores de peces, anomalías de toda clase -y no a los componentes semejantes a los estrógenos en el agua, lo que reforzaría la historia de la 'cuenta de esperma'. La información actual de las clínicas de fertilidad, ya que estamos en el tema, no muestran señales de declinación.

Los humanos añaden narrativium a su mundo. Insisten en interpretar el universo como si estuvieran contando una historia. Esto les conduce a focalizar hechos que se ajustan a la historia, mientras que ignoran los que no. Pero no debemos permitir la coincidencia, el dato desusado, elegir el espacio de muestra -cuando lo hacemos, estamos ignorando el espacio circundante de las coincidencias cercanas.

Jack y Ian se prepararon para probar esta teoría en un viaje a Suecia. En el avión, Jack predijo que una coincidencia sucedería en aeropuerto de Estocolmo -por razones de información selectiva. Si miraban muy bien, encontrarían una. Fueron hasta el bus fuera de la terminal, y ninguna coincidencia había sucedido. Pero no pudieron encontrar el bus correcto, de modo que Jack volvió al mostrador de información. Mientras esperaba, alguien se le acercó -Stefano, un matemático que normalmente ocupaba la oficina vecina a la de Jack. Predicción confirmada. Pero lo que realmente se necesitaba era la evidencia de una coincidencia cercana -una que no sucedió, pero pudo haber sido selectivamente informada si hubiese ocurrido. Por ejemplo, si algún otro conocido se hubiera mostrado exactamente al mismo tiempo, pero en el día equivocado, o en el aeropuerto equivocado, nunca lo hubieran notado. Las casi-coincidencias, por definición, son difíciles de observar... pero no imposibles. Sucedió que Ian relató todo lo anterior a su amigo Ted, a quien visitaron poco después. '¿Estocolmo?' dijo Ted: '¿Cuándo?' Ian se lo dijo. '¿En qué hotel?' Ian se lo dijo. 'Gracioso. Estuve parando allí un día después que ustedes'. Si el viaje hubiese sido un día después, el encuentro 'coincidental' con Stefano no hubiera sucedido -pero sí el encuentro con Ted.

Lo que debemos hacer, entonces, es mirar otra vez los eventos pasados y encontrar significados en los pocos que se ven raros. Esa es la manera de los piramidólogos y los lectores de té. Todos los patrones de gotas sobre el pavimento son únicos. No estamos diciendo que un determinado patrón llegue a deletrear su nombre, no nos sorprendamos si sucede -pero si su

nombre ha sido escrito en el pavimento de Beijing durante la dinastía Ming, a medianoche, nadie lo hubiera notado. No deberíamos observar la historia pasada cuando valoramos significado: deberíamos observar todas las otras cosas que pueden haber ocurrido en su lugar.

Cada evento es único. Hasta que ubicamos ese evento en una categoría, no podemos resolver contra qué fondo lo veremos. Hasta que elegimos un fondo, no podemos estimar la probabilidad del evento. Si consideramos el espacio de muestra de todos los códigos de ADN posibles, por ejemplo, entonces podemos calcular la probabilidad de que un ser humano tenga exactamente nuestro código -la que es desmayadamente pequeña. Pero sería tonto sacar conclusiones de que es imposible que exista.

TREINTA Y TRES

APESTOSOS LAGARTOS TODAVÍA

—EL FUTURO ES LAGARTO —dijo Ridículo—. Obviamente.

Era unos pocos días después. El omniscopio estaba enfocado sobre un montículo de hojas y vegetación en descomposición a poca distancia de los bancos del río. Había una enorme depresión colgando sobre el Discutidor Mayor, y el Decano tenía un ojo en funerals. La guerra entre tierra y agua había entrado en su etapa final.

—Pequeños mares portátiles —dijo Caviloso—. Ya sabes, nunca pensé en ellos de esa manera.

—Un huevo es un huevo, como quiera que lo mires —dijo Ridículo—. Miren, ustedes dos, no quiero volver a ver una riña como esa, ¿me oyen?

El Discutidor Mayor se tocó ligeramente la nariz sangrante.

—Buede zed —dijo—. Todavía zuzede como queda que lo veaz.

—Un océano privado lleno de alimento —dijo Caviloso aún en trance—. Escondido en una pila de... bueno, abono. Que sigue calentándose. Es como tener un rayo de sol privado.

Las pequeñas criaturas como lagartos habían salido de huevos que estaban en el montículo y se deslizaron hacia el banco dentro del agua, con los ojos brillantes de esperanza. Los primeros fueron instantáneamente engullidos por un macho grande que esperaba entre las hierbas.

—De todos modos, las madres aún tienen algo que aprender acerca de los cuidados postnatales —dijo Ridículo—. Me pregunto si tendrán tiempo de aprender. Y cómo sabían hacer esto. ¿Quién les está enseñando?

Los hechiceros estaban otra vez deprimidos. La mayoría de los días ahora comenzaban de esa manera. Las criaturas parecían surgir al azar en el mundo, y ciertamente no de acuerdo con ninguna figura del libro. Si las cosas estaban cambiando en otras cosas, y nadie había visto que eso sucediera aún, ¿por qué las cosas originales aún eran las cosas originales? Si la tierra era tan grandiosa, ¿por qué ningún pez había dejado el mar?

Los peces respiradores de aire que Rincewind había visto parecían estar aún por allí, escondidos en pantanos y playas lodosas. Las cosas cambiaban, pero aún eran iguales.

Y si había alguna verdad en toda esa teoría tentativa de Caviloso de que las cosas *sí* cambiaban en otras cosas, eso conducía al pensamiento deprimente de que, bueno, el mundo estaba lleno de escapistas, criaturas que -en lugar de quedarse donde estaban, y realmente hacer un *esfuerzo* por vivir en el océano o en el pantano o donde sea- estaban huyendo a esconderse en algún nicho y desarrollando piernas. La clase de pez que hubiera salido del agua era francamente una desgracia para la especie. Se mantenía *tosiendo* todo el tiempo, como alguien que abandona el cigarrillo.

Y no había propósito, seguía diciendo Ridículo. La vida estaba en la tierra. De acuerdo con el libro, debía haber algunos grandes lagartos. Pero nada parecía estar haciendo algún esfuerzo. Al momento en que algo se sentía a salvo, dejaba de molestarse.

A Rincewind, actualmente descansando sobre una roca, casi que le gustaba. Había grandes animales resoplando por allí, en la vegetación cerca de la roca donde estaba sentado: en general, su forma y apariencia era la de pequeños hipopótamos flacuchos diseñados en la oscuridad por un completo aficionado. Era peludos. También tosían.

Cosas que hacían cosas como de grillos como para pensar en ellos como en grillos cruzaron tranquilamente.

Caviloso le había dicho que los continentes se estaban moviendo otra vez, de modo que se sujetara fuerte de la roca por las dudas.

Lo mejor de todo es que nada parecía estar *pensando*. Rincewind estaba convencido de que nada bueno venía de esa clase de cosas.

Las últimas semanas del tiempo Mundodisco habían sido instructivas. Los hechiceros habían identificado tentativamente varias docenas de civilizaciones embrionarias, o al menos criaturas que parecían ser concientes de algo más que simplemente de dónde estaba viniendo su siguiente comida. ¿Y dónde estaban ahora? Había una de calamares, dijo HEX, en el agua realmente profunda. Además de que el hielo y el fuego, o los dos a la vez, llegaron a los pensadores y a los estúpidos de igual manera. Probablemente había cierta clase de moral involucrada.

El aire tembló, y media docena de figuras fantasmales aparecieron delante de él.

Allí estaban, con colores desvaídos, los hechiceros. Líneas plateadas parpadeaban a través de los cuerpos y periódicamente ellos parpadeaban.

—Ahora, recuerden —dijo Caviloso Stibbons, y su voz se escuchó amortiguada—. Aún están de hecho en el edificio de Magia de Alta Energía. Si caminan despacio HEX tratará de ajustar sus pies al nivel de suelo local. Tendrán limitada capacidad para mover cosas, aunque HEX hará el trabajo

real...

—¿Podemos comer? —dijo el Discutidor Mayor.

—No, señor. Su boca no está *aquí*.

—Bueno, entonces, ¿por dónde estoy hablando?

—Cualquiera puede adivinarlo, señor —dijo Caviloso, diplomáticamente—. Podemos escucharle porque sus oídos están en el MAE, y puede escuchar los sonidos hechos *acá* porque HEX está entregándole los análogos a ellos. No se preocupe. Le parecerá natural después de un rato.

El fantasma del Decano pateó el suelo. Una fracción de segundo después, un pequeño montón de tierra se dispersó.

—¡Asombroso! —dijo feliz.

—¿Perdone? —dijo Rincewind.

Se volvieron.

—Oh, Rincewind —dijo Ridículo como uno podría decir, 'oh, cielos, está lloviendo'—. Eres tú.

—Sí, señor.

—El señor Stibbons encontró la manera de que HEX opere más de un traje estar allí virtualmente, ¿lo ves? Entonces pensamos que podíamos bajar a oler las rosas.

—No hasta dentro de varios cientos de millones de años, señor —dijo Caviloso.

—Aburrido, ¿verdad? —dijo el Profesor en Runas Recientes, mirando a su alrededor—. No está pasando mucho. Montones de vida, pero sólo esperando.

Ridículo se frotó las manos.

—Bueno, vamos a animarla —dijo—. Vamos a mover las cosas hacia adelante más rápido mientras estamos aquí. Unos pocos empujones en los lugares correctos, eso es lo que necesitan estas criaturas.

—El viaje en el tiempo no es muy divertido —dijo Rincewind—. Se tiende a terminar debajo de un volcán o en el fondo del mar.

—Ya veremos —dijo firmemente Ridículo—. Ya he tenido suficiente de todo esto.

—Mira esas cosas chapuceras por allá —colocó las manos en bocina y gritó—: La vida en el mar no es bastante buena para vosotros, ¿eh? Escapándose, ¿eh? ¿Tienen una nota de mamá? —bajó las manos—. Muy bien, señor Stibbons... dile a HEX que nos lleve adelante, oh, cincuenta millones de años... ¡Caray! ¿Qué fue eso?

Se escuchó sonar un trueno en el horizonte.

—Probablemente el aterrizaje de otra bola de nieve —dijo malhumorado

Rincewind—. Generalmente hay uno justo cuando las cosas se han acomodado. Espero que haya sido en el mar. Preparase para la ola de marea —Hizo un gesto hacia las tranquilas criaturas que habían levantado la cabeza vivamente.

—El Decano piensa que todo ese martilleo de rocas está convirtiendo la vida de este mundo en algo muy elástico —dijo Ridículo.

—Bueno, ése es ciertamente un punto de vista —dijo Rincewind—. Pero en poco rato una ola del tamaño de la Universidad lanzará esta playa hasta la punta de esas montañas. Entonces espero que los volcanes locales comenzarán a lanzar... *otra vez*... de modo que a prepararse para un mar de lava del tamaño de un país y que vendrá por el otro lado. Después de eso probablemente habrá ráfagas de lluvia que podrán ser utilizadas para grabar el cobre, seguidas por un poco de hechizo frío de unos pocos años y algo de niebla que podrá ser cortada en trozos —Sorbió—. Lo que no les mate, les dará un buen dolor de cabeza.

Miró hacia el cielo. Extraños relámpagos parpadeaban a través de las nubes, y ahora había un brillo en el horizonte.

—Maldición —dijo, en el mismo tono de voz—. Esta será una de esas veces cuando la atmósfera se prende fuego. Odio cuando eso sucede.

Ridículo le lanzó una larga mirada en blanco.

—¿Señor Stibbons? —dijo.

—¿ArchiCanciller?

—Hazlo setenta mil años, ¿por favor? Y, er... en este momento, si eres tan gentil.

Los hechiceros se esfumaron.

Todos los insectos de los arbustos dejaron de zumbar.

Los lagartos peludos siguieron comiendo plácidamente las hojas. Entonces algo les hizo mirar hacia arriba...

El sol se sacudió en el cielo, una banda a través del hemisferio en penumbras se volvió muy brillante, de amarillo rojizo, y el mundo era simplemente una niebla gris. Debajo de los pies de Rincewind estaba bastante oscuro, y por encima de él estaba casi blanco. A su alrededor, la grisura parpadeó.

—¿Es así como se ve siempre? —dijo el Decano.

—Algunas veces tiene que quedarse quieto por un par de miles de años antes de que se pueda ver todo —dijo Rincewind.

—Pensé que sería más excitante...

La luz parpadeó, y el sol explotó en el cielo; los hechiceros vieron olas alrededor de sí mismos por un momento, y entonces sólo oscuridad.

—Se los dije —dijo Rincewind—. Estamos debajo del agua.

—¿La tierra hundió a todos los volcanes? —dijo Ridículo.

—Probablemente sólo los movió —dijo Rincewind—. Hay un montón de clases de cosas aquí abajo.

Subieron hasta la superficie mientras HEX los ajustaba a las nuevas condiciones. Una masa de tierra estaba amontonada en el horizonte, debajo de un banco de nubes.

—¿Lo ven? —dijo Rincewind—. Es una lata. El viaje por el tiempo siempre significa que terminas caminando.

—HEX, muévenos hacia la tierra más cercana, por favor. Dentro unas diez millas —dijo Caviloso.

—¿Quieres decir que podías sólo pedirlo? —dijo Rincewind—. Todo este tiempo, ¿yo no necesitaba ir andando?

—Oh, sí.

El paisaje se borró por un segundo.

—Podías haberlo dicho —dijo acusadoramente Rincewind, mientras eran llevado a lo largo, y algunas veces a través, de un bosque de helechos gigantes.

La visión se estabilizó. Los hechiceros habían llegado hasta el borde del bosque. Matas bajas se extendían hacia más helechos.

—No hay mucho que ver —dijo Ridículo, apoyándose contra un tronco—. ¿Puedo fumar mi pipa acá, Stibbons?

—Ya que técnicamente estará fumando en el edificio de Magia de Alta Energía, sí, señor.

Rincewind aparentemente frotó un fósforo en el tronco del árbol.

—Asombroso —dijo.

—Esto es raro, señor —dijo Caviloso—. No pensaba que hubiera ningún árbol propiamente dicho aún.

—Bueno, aquí están —dijo Ridículo—. Y puedo ver al menos otros tres más...

Rincewind ya había comenzado a correr. El hecho de que nada lo pueda herir no es razón para no alarmarse. Un experto *siempre* puede encontrar razones para alarmarse.

El hecho de que el tronco más cercano tuviera uñas era una buena.

Entre los helechos de alrededor apareció una enorme cabeza al extremo de un cuello mucho más largo.

—Ah —dijo Ridículo, calmadamente—. Apestosos lagartos todavía, ya veo.

Caviloso estaba otra vez con las Reglas. Ahora leían:

LAS REGLAS

- 1 *Las cosas se caen, pero los centros se mantienen.*
- 2 *Todo se mueve en curvas.*
- 3 *Se obtienen bolas.*
- 4 *Las bolas grandes le dicen al espacio que se incline.*
- 5 *No hay tortugas por ningún lado.*

(después de esta, había agregado *Excepto las ordinarias*)

- 6 *La vida aparece donde quiera que puede.*
- 7 *La vida aparece donde quiera que no puede*
- 8 *Hay algo parecido a narrativium.*
- 9 *Puede haber algo llamado bloodimindium (ver regla 7)*
- 10 ...

Se detuvo a pensar. Detrás de él, un enorme lagarto mató y se comió a otro ligeramente más pequeño. Caviloso no se molestó en volverse. Habían estado mirando a los lagartos por más de cien millones de años -todo el día, de hecho- y hasta el Decano se había hartado de ellos.

—*Demasiado* bien adaptados —dijo—. No hay *presión* sobre ellos, ya lo ves.

—Son realmente muy aburridos —dijo Ridículo—. Aunque con interesantes colores.

—El cerebro del tamaño de una nuez y algunos de ellos piensan con sus traseros —dijo el Discutidor Mayor.

—Tu clase de personas, Decano —dijo Ridículo.

—Elegiré ignorar lo que has dicho, ArchiCanciller —dijo fríamente el Decano.

—Has estado interfiriendo otra vez, ¿verdad? —prosiguió Ridículo—. Te vi empujando algunos de los pequeños lagartos de ese árbol.

—Bueno, tienes que admitir que se ven como aves —dijo el Decano.

—¿Y aprendieron a volar?

—No en tales palabras, no. No horizontalmente.

—Comer, pelear, emparejar y morir —dijo el Profesor en Runas Recientes—. Hasta los cangrejos eran mejores. Hasta los globitos hicieron un esfuerzo. Cuando vayan a escribir la historia de este mundo, ésta será la página que todos se salteen. Lagartos terriblemente aburridos, deberían ser llamados. Toma nota de mis palabras.

—Han estado por acá por cien millones de años, señor —dijo Rincewind,

quien sintió que tenía que jugarse por los no-realizadores.

—¿Y qué es lo que han hecho? ¿Hay una simple línea de poesía? ¿Un edificio de alguna clase? ¿Una simple obra de arte?

—Sólo que no han muerto, señor.

—¿No morir es alguna clase de logro? —dijo el Profesor en Runas Recientes.

—De la mejor clase, señor.

—¡Pah! —dijo el Decano—. ¡Todo lo que prueban es que las especies se ponen fofas cuando nada sucede! Está bueno y tibio, hay mucho que comer... Es como el mar sin agua. Unos pocos periodos de vulcanismo o un cometa de mediano tamaño pronto los tendrá sentados derechos y prestando atención.

El aire tembló y apareció Caviloso Stibbons.

—Tenemos inteligencia, caballeros —dijo.

—Lo sé —dijo el Decano.

—Quiero decir que el omniscopio ha encontrado señales de inteligencia en desarrollo. Dos veces, señor.

El rebaño era grande. Estaba formado por criaturas grandes y casi semiesféricas, con rostros que mostraban la incisiva duda de una vaca.

Criaturas mucho más pequeñas estaban trotando por los bordes. Eran oscuras, huesudas y se gorjeaban incesantemente unas a las otras.

También llevaban afiladas varas.

—Bueno... —comenzó Ridículo, desdeñosamente.

—¡Ellos las están pastoreando, señor! —dijo Caviloso.

—Pero los lobos cazan ovejas...

—No con varas afiladas, señor. Y mire allí...

Una de las bestias estaba remolcando un tosco carruaje cubierto de hojas. Varios pastores estaban acostados sobre él. Tenían blanco alrededor del hocico.

—Están enfermos, ¿no creen? —dijo el Decano.

—Solamente viejos, señor.

—¿Por qué quieren demorarse con un montón de gente vieja?

Caviloso hizo una corta pausa antes de responder.

—Ellos son la biblioteca, señor. Supongo que pueden recordar cosas. Lugares donde cazar, buenos pozos de agua, esa clase de cosas. Y eso significa que deben tener alguna clase de lenguaje.

—Es un comienzo, supongo —dijo Ridículo.

—¿Comienzo, señor? ¡Casi que lo han hecho todo! —Caviloso puso la

mano en su oído—. Oh... y HEX dice que hay más, señor. Er... diferente.

—¿Cómo diferente?

—En el mar otra vez, señor.

—Aha —dijo el Discutidor Mayor.

De hecho, sobre el mar era más preciso, tenía que admitirlo. La colonia que encontraron se extendía por millas, enlazando una cadena de pequeñas islas rocosas y bancos de arena como cuentas en una cadena de madera flotante y balsas de algas.

Las criaturas que lo habitaban eran otra clase de lagartos. Aunque extremadamente aburridos, los lagartos eran mejores comparados con los otros. No tenían un color interesante, y apenas si tenían púas. Pero eran... criaturas muy trabajadoras.

—Esas algas... ¿no te parecen muy *regulares*? —dijo el Profesor en Runas Recientes, mientras derivaban sobre el tosco muro—. No están *cultivando*, ¿o sí?

—Creo... —Caviloso miró hacia abajo. El agua rompía contra un muro de rocas—. Es una enorme jaula para peces. Toda la laguna. Er... Creo que han construido muros como ése de manera que la marea permita a los peces entrar y quedar atrapados cuando baja.

Los lagartos volvieron sus cabezas mientras los hombres semitransparentes pasaban flotando, pero parecieron tratarlos como nada más que sombras que pasaban.

—¿Están aprovechando la energía del mar? —dijo Ridículo—. Eso es inteligente.

Los lagartos se zambullían en el extremo alejado de la laguna. Algunos estaban ocupados alrededor de las piletas de roca en una de las islas más bajas. Los lagartos pequeños nadaban en lo playo. A lo largo de una extensión de sendero de madera flotante, tiras de algas se estaban secando en la brisa. Y por sobre todo había una conversación yip-yip. Y era conversación, decidió Caviloso. Los animales no esperaban a otros animales para terminar. Tampoco los lagartos, por supuesto, pero eran una raza aparte.

Un poco más allá, un lagarto estaba pintado cuidadosamente la piel de otro lagarto, utilizando un pincel y algunos pigmentos en medias conchas. El que hacía la pintura usaba un collar de conchas diferentes, se dio cuenta Caviloso.

—Herramientas —murmuró—. Símbolos. Pensamiento abstracto. *Cosas* de valor... ¿es esto una civilización, o somos simplemente tribales por el momento?

—¿Dónde está el sol? —dijo el Discutidor Mayor—. Está siempre tan brumoso, y es difícil acostumbrarse a las direcciones aquí. Dondequiera que señales, está detrás de tu propia cabeza.

Rincewind señaló hacia el horizonte, donde había un brillo rojo detrás de las nubes.

—Le llamo Widdershins —dijo—. Como en casa.

—Ah. El sol pone Widdershins.

—No. No hace nada —dijo Rincewind—. Se queda donde está. El horizonte se levanta.

—¿Pero no cae sobre nosotros?

—Lo intenta, pero el otro horizonte nos mueve antes de que suceda.

—Cuanto más tiempo estoy en este globo, más siento que debería sujetarme de algo —tartamudeó el Decano.

—¿Y la luz no es reflejada alrededor del mundo? —dijo el Discutidor Mayor—. Lo es en casa. Es siempre muy hermoso, el brillo que sube a través de las cataratas.

—No —dijo Rincewind—. Solamente se pone oscuro, a menos que la luna esté arriba.

—¿Y solamente hay un solo sol, verdad? —dijo el Discutidor Mayor, un hombre con algo en mente.

—Sí.

—¿No agregamos otro?

—No.

—Entonces... er... ¿qué es esa luz allá lejos?

Como un solo hechicero, se volvieron hacia el horizonte opuesto.

—Whoops —dijo el Decano, mientras moría un trueno distante y las luces cruzaban el cielo.

Los lagartos también lo habían escuchado. Estaban alineados en los senderos, observando el horizonte con todo el interés inteligente de criaturas pensantes preguntándose que podía traer el futuro...

—Regresemos al edificio de Magia de Alta Energía antes de la lluvia que hierve, ¿sí? —dijo Ridículo—. Esto es realmente demasiado deprimente.

TREINTA Y CUATRO

LA MUERTE DE LOS DINOSAURIOS

LA VIDA APARECE DONDE QUIERA QUE PUEDE.

La vida aparece donde quiera que no puede.

Y justo cuando parece haberse establecido de manera realmente confortable, con un estilo de vida sustentable y progreso gradual hacia cosas más elevadas, sobreviene la mayor de las catástrofes y la retrocede veinte millones de años. Paradójicamente, esos mismos desastres abren camino a formas de vida radicalmente nuevas...

Todo es bastante confuso.

La vida es flexible, pero puede que no en algunas especies en particular. La vida está siempre concibiendo nuevos trucos. El truco de los huevos es brillante: provee al embrión en desarrollo de su propia máquina de soporte vital. Por dentro, el ambiente está ajustado a las necesidades de esa especie -y lo que está afuera no importa mucho, porque hay una barrera para mantenerlo afuera.

La vida es adaptable. Cambia las reglas de su propio juego. Tan pronto como los huevos aparecen, la etapa está lista para la evolución de los comedores de huevos...

La vida es diversa. Cuantos más jugadores haya, mayores serán las maneras de vivir al tomar la colada de los otros.

La vida es repetitiva. Cuando encuentra un truco que funciona, larga miles de variantes del mismo tema básico. Una vez se le preguntó al gran biólogo, John (J.B.S.) Haldane qué pregunta le haría a Dios, y respondió que le gustaría saber por qué Él tenía tan desmesurada afición por los grillos.⁵⁴

Hay un tercio de millón de especies de grillos en nuestros días -mucho más que ningún grupo de animales o plantas. En 1998, Brian Farrell encontró una posible respuesta a la pregunta de Haldane. Los grillos aparecieron hace 250 millones de años, pero el número de especies no hizo explosión hasta hace unos 100 millones de años. Sucede que eso es justo cuando las plantas de flores comenzaron a existir. Este 'espacio de fase' disponible para organismos adquirió repentinamente de una nueva

⁵⁴ Los lectores del libro de Mundodisco, *El Último Continente* recordarán que, por asombrosa coincidencia, los grillos eran algo apasionante para el Dios de la Evolución. (Nota de los autores)

dimensión -un nuevo recurso se volvió disponible para su explotación. Los grillos estaban hermosamente preparados para tomar ventaja al comer las nuevas plantas, especialmente sus hojas. Solía pensarse que las plantas de flores y los insectos polinizadores se condujeron mutuamente a una diversidad más y más amplia, pero eso no es cierto. De todos modos, eso es cierto para los grillos. Casi la mitad de las especies actuales de grillos son comedores de hojas. Es aún una táctica efectiva.

Algunas veces, los desastres naturales no solamente eliminan una especie o dos. Los registros fósiles contienen una cantidad de 'extinciones en masa' en las cuales una porción sustancial de toda la vida de la tierra desapareció. La más conocida de las extinciones en masa es la muerte de los dinosaurios, hace 65 millones de años.

En orden de no engañarles, debemos señalar que ya que no hay evidencia científica de la existencia de una civilización de dinosaurios, sin importar qué eventos estén sucediendo en el Proyecto de Mundoglobo. Pero... cada vez que un científico dice que 'no hay evidencia científica para', hay tres importantes preguntas que se deben hacer -especialmente si es un científico del gobierno. Y son: '¿Hay alguna evidencia en *contra*?', '¿Alguien lo ha investigado?', y 'Si lo hicieron ¿esperaban encontrar algo?'.⁵⁵

Las respuestas aquí son 'no', 'no', y 'no'. El Tiempo Pasado esconde mucho, especialmente cuando es ayudado por los movimientos continentales, las aplanadoras capas de hielo, la acción de volcanes y el choque ocasional de asteroides. Hay unos pocos artefactos *humanos* que sobrevivieron más de diez mil años, y si muriéramos hoy, la única evidencia de nuestra civilización que podría sobrevivir un millón de años serían unas pocas sondas muertas en el espacio profundo y varios trozos de escombros en la Luna. ¿*Sesenta y cinco* millones? No hay posibilidad. Aunque una civilización de dinosaurios sea una fantasía pura -o casi, una especulación pura- no podemos descartarla *absolutamente*. En cuanto a que los dinosaurios fueran suficientemente avanzados para utilizar herramientas, pastorear a otros dinosaurios... bueno, el Tiempo Pasado lo borró sin un estremecimiento.

Los dinosaurios están entre las exhibiciones más populares de los museos. Ellos nos recuerdan que el mundo no siempre fue como es hoy; y nos recuerdan que los humanos han estado en este planeta por muy poco tiempo, geológicamente hablando. Básicamente, los dinosaurios *son*

⁵⁵ Rincewind agregaría algunas más: '¿Es eso seguro?'; '¿Está usted seguro?'; y '¿Está usted absolutamente seguro?' (Nota de los autores)

antiguos lagartos. Esos cuyos huesos fueron reunidos para quedarnos boquiabiertos en los museos son lagartos bastante grandes, pero muchos eran mucho más pequeños. El nombre significa 'lagarto terrible', y cualquiera que haya visto *Jurassic Park* entenderá por qué.

Un recolector de fósiles italiano, que vio la película de Spielberg, de pronto se dio cuenta que un fósil desconcertante, descartado por años en su sótano, bien podría ser una parte de un dinosaurio. Lo envió a una universidad cercana, donde se encontró que no era de un dinosaurio, sino de una nueva especie. Era un terópodo -pequeño dinosaurio carnívoro que está relacionado de muy cerca con las aves. Como cosa interesante, no tenía plumas. Una historia de película: el narrativo imperativo funcionando en nuestro propio mundo... rastreable, como siempre, a una información selectiva. ¿Cuántos buscadores de fósiles tienen el trozo de hueso de un dinosaurio pero que *no* hicieron la conexión después de ver la película?

En la mente humana, los dinosaurios resuenan con los mitos de dragones, comunes a muchas culturas de varias épocas; y muchas millas de sugerencias han aparecido para explicar los pensamientos sobre dragones han llegado a nuestra mente a lo largo de millones de años de evolución, desde las imágenes de dinosaurios reales en las mentes de nuestros antiguos ancestros. De todos modos, esos ancestros debieron haber sido muy antiguos, ya que esos ancestros que coexistieron con los dinosaurios eran probablemente como diminutas musarañas que vivían en agujeros y comían insectos. Después de más de un millón de años de éxito, todos los dinosaurios murieron, hace 65 millones de años -y la evidencia dice que su desaparición fue repentina. ¿Acaso las proto-musarañas tuvieron pesadillas con dinosaurios, todo este tiempo? ¿Podrían esas pesadillas haber sobrevivido 65 millones de años de selección natural? En particular, las musarañas de hoy ¿tienen pesadillas sobre dragones que respiran fuego -o sólo nosotros? Parece posible que el mito de los dragones venga de otras tendencias, menos literales, de ese oscuro órgano cargado de historias y que llamamos mente humana.

Los dinosaurios ejercen una fascinación atemporal, especialmente sobre los niños. Los dinosaurios son monstruos genuinos, realmente existieron -y algunos de ellos, esos que todos conocemos, eran gigantescos. Están muertos, lo podemos asegurar.

Algunos niños pequeños, aún si son resistentes a la lectura estándar de la escuela, pueden recitar una larga lista de nombres de dinosaurios. 'Velociraptor' no era notable hasta después de *Jurassic Park*, pero lo es ahora. Aquellos de nosotros que aún tenemos afecto por el brontosaurio

frecuentemente necesitamos que se nos recuerde que por tontas razones la ciencia ha considerado que de ahora en adelante debe ser denominado *Apatosaurus*.⁵⁶ Estamos tan sintonizados con los dinosaurios que el drama de su desaparición repentina ha capturado nuestra imaginación más que cualquier otra parte de la paleontología. Aún nuestros *propios* orígenes atrapan menor atención de los medios.

¿Qué hay de la muerte repentina?

Para comenzar, muy pocos científicos han discutido de que *haya* sido repentina. El registro de fósiles implica el final del periodo Cretáceo, hace 65 millones de años, como el Día D. También fue el comienzo de lo que se denomina periodo Terciario, o era de los mamíferos, de modo que el fin de los dinosaurios es también llamado el límite K/T -'K' porque los alemanes deletrean Cretáceo con K. Pero si suponemos que el final del Cretáceo fue 'cuando sucedió', entonces varias especies parecen haber anticipado su fin desvaneciéndose del registro de fósiles cinco o diez millones de años antes. ¿Acaso los amorosos dinosaurios, tal vez, se dijeron unos a otros, 'Ya no vale la pena seguir con este asunto de la reproducción, querida... todos seremos barridos en diez millones de años'? No. Entonces, ¿por qué ese esfumarse poco claro a lo largo de millones de años? Hay buenas razones estadísticas de por qué no podemos localizar fósiles justo hasta el final, aunque las especies involucradas aún estaban vivas.

Para poner el comentario en contexto: ¿cuántos especímenes de *Tyrannosaurus rex*, el dinosaurio más famoso de todos, cree usted que tienen entre todas las universidades y museos del mundo? ¿No copias, sino originales, excavados de las rocas por los paleontólogos? ¿Seguramente... cientos?

No. Hasta *Jurassic Park*, había precisamente tres, y el tiempo en que esos animales en particular vivieron se extiende a cinco millones de años. Tres *T-rex* fosilizados más fueron encontrados desde entonces, porque *Jurassic Park* le dio a los dinosaurios un montón de publicidad favorable, haciendo posible conseguir dinero suficiente para salir a buscar algunos más.

⁵⁶ Un caso peor es el que solía ser llamado *Eohippus*, el Caballo de la Aurora -un bello nombre poético para el animal que formó la rama principal de la familia de los caballos. Ahora es llamado *Hiracoterium*, porque en algún tiempo anterior alguien le había dado ese nombre a una criatura que pensaron era un pariente del hyrax, representado por una sola hoja del hombro de un fósil. Entonces resultó que el hueso era realmente parte de un *Eohippus*. Desafortunadamente, quienquiera que oficialmente nombre una especie tiene prioridad, de modo que ahora el Caballo de la Aurora tiene un nombre tonto y poco poético que conmemora un error.

Perdimos al 'Brontosaurio' -lagarto-trueno- por una razón similar. Lagarto Trueno... qué nombre maravilloso. ¿Apatosuarus? Probablemente signifique 'Lagarto Gravitacionalmente Desafiante'.

La moraleja de este cuento es que cuando ancianos científicos se encuentran en reuniones eruditas a discutir un asunto excepcional pueden siempre confiar en que tomarán una decisión ridícula. No como los hechiceros de la Universidad Unseen, naturalmente. (Nota de los autores)

Con ese porcentaje de éxito, la posibilidad de que una raza futura encuentre fósiles humanoides, a lo largo de todo nuestro periodo de existencia y del de nuestros ancestros es insignificante. De modo que si algunas de las especies han sobrevivido sobre la Tierra por un periodo de cinco millones de años, es enteramente posible que no se encuentre ningún fósil de ella -especialmente si vivía en tierra seca, donde pocas veces se forman fósiles. Esto puede sugerir que el registro de fósiles no es muy útil, sino por lo contrario. Cada fósil que encontramos en una prueba positiva de que la especie correspondiente realmente existió; más aún, podemos tener una impresión bastante precisa del gran flujo de Vida de una muestra incompleta. Un lagarto fósil es suficiente para establecer la presencia de lagartos -aún si hemos encontrado solamente una especie de las diez mil que había.

Teniendo esto en mente, podemos ver fácilmente que aún si la muerte de los dinosaurios fue extremadamente repentina, entonces los registros de fósiles deberían dar una impresión diferente. Supongamos que los fósiles de una determinada especie aparecen al azar cada cinco millones de años. Algunas veces son como buses, y tres vienen juntos -eso es con un millón de años entre ellos. Otras veces también son como buses: se esperan todo el día (diez millones de años) y no se ve ninguno. Durante los diez millones de años preliminares al límite K/T, se encuentran fósiles al azar. Para algunas especies, el último encontrado es de hace 75 millones de años; para otras, de hace 70 millones. Para unas pocas, por casualidad, de hace 65 millones. De modo que *parece* que se ve una desaparición gradual.

Desafortunadamente, se verá muy parecido si realmente *hubieran* desaparecido gradualmente. ¿Cómo se puede indicar la diferencia? Se deberían mirar las especies cuyos fósiles sean mucho más comunes. Si la desaparición fue repentina, deberían mostrar un corte más definido. Las especies que viven completamente o parcialmente en el agua son las que más frecuentemente fosilizan, de modo que la mejor manera de tomar el tiempo de la extinción en masa del límite K/T es observar los fósiles de especies marinas. Los científicos inteligentes mayormente ignoran el drama de los dinosaurios y en cambio pierden el tiempo con diminutos caracoles y otras especies no espectaculares. Cuando lo hacen, encuentran que los ictiosauros también desaparecieron por ese tiempo, como los últimos amonites⁵⁷ y varios otros grupos marinos. De modo que algo repentino y espectacular realmente sucedió en el límite, pero también pudo ser una

⁵⁷ Montones de especies de amonites murieron cerca de 5-10 millones de años antes del límite K/T, de modo que parece como si la extinción genuinamente hubiera sido gradual. Pero como sea, lo que sucedió en el límite K/T las terminó. (Nota de los autores)

sucesión de otros eventos justo antes de él.

¿Qué clase de drama? Una pista importante viene de los depósitos de iridio, un metal raro en la corteza terrestre. El iridio es más común en algunos meteoritos, particularmente los del cinturón de asteroides entre Marte y Júpiter. De modo que si se encuentra un depósito desusadamente rico en iridio sobre la Tierra, entonces bien puede haber venido de un meteorito que impactara.

En 1979, el físico ganador del premio Nobel, Luis Álvarez, estaba pensando en estas cosas, y él y su hijo geólogo Walter Álvarez descubrieron una capa de arcilla que contiene cientos de veces más iridio que lo normal. Fue depositada justo en el límite K/T, y puede ser encontrada sobre toda la masa de la Tierra. Los Álvarez interpretaron este descubrimiento como una fuerte indicación de que el impacto de un meteorito había causado la extinción K/T. La cantidad total de iridio en la capa está estimada cerca de las 200.000 toneladas, lo cual está cerca de la cantidad que se espera encontrar en un meteorito de 6 millas (10 km) de ancho. Si un meteorito de ese tamaño hubiera golpeado a la Tierra, viajando a la velocidad típica de 10 millas por segundo (16 km/seg), hubiera dejado un cráter de impacto de 40 millas (65 km) de diámetro. La explosión habría sido equivalente a miles de bombas de hidrógeno, habría arrojado enormes cantidades de polvo a la atmósfera, ocultando la luz del sol por años, y si hubiera caído en el océano -una posibilidad mejor que el 50/50- hubiera causado olas enormes y una fugaz explosión de vapor recalentado. Las plantas hubieran muerto, los grandes dinosaurios vegetarianos se hubieran quedado sin comida y también muerto, los carnívoros hubieran seguido rápidamente. Les hubiera ido un poco mejor a los insectos, y a los insectívoros.

Se ha acumulado mucha evidencia de que el cráter Chicxulub, una formación rocosa enterrada en el Yucatán, al sur de México, son los restos de este impacto. Cristales de cuarzo estrellado fueron esparcidos a lo largo y lo ancho del sitio del impacto: los más grandes fueron encontrados cerca del cráter, y los más pequeños alrededor de medio mundo. En 1998, un trozo del meteorito, de una décima de pulgada (2.5 mm) de ancho, fue encontrado al norte del Océano Pacífico por Frank Kyte. El fragmento parece parte de un asteroide -descartando una alternativa posible, un cometa, que también podría haber creado un cráter similar. De acuerdo con A. Shukolyukov y G. W. Lugmair, las proporciones del isótopo del cromo en el sedimento K/T confirma esa posición. Y Andrew Smith y Charlotte Jeffrey encontraron que las muertes masivas de los erizos de mar fueron peores en

las regiones alrededor de América Central, donde pensamos que cayó el meteorito.

Aunque la evidencia del impacto es grande, y ha crecido considerablemente en los veinte años que pasaron desde que los Álvarez adelantaron su teoría del impacto de un meteorito, un grupo de paleontólogos, fuertemente disidentes, ha buscado eventos terrestres, no interferencia astronómica espectacular, para explicar la extinción K/T. Hubo ciertamente una rápida serie de cambios climáticos al final del Cretáceo, con drásticos cambios en el nivel del mar mientras las capas de hielo se derretían o crecían. También hay evidencia de que algunos mares, tal vez todos, perdieron su ecología basada en el oxígeno para convertirse en piletas anaeróbicas, negras y apestosas. La evidencia fósil de esto consiste en el hierro negro y líneas de sulfatos en los sedimentos. Los eventos terrestres más dramáticos estuvieron indudablemente asociados con el vulcanismo que resultó en lo que se denomina Deccan Trap, un enorme depósito de lava. Toda Asia parece haber estado cubierta por volcanes, y produjeron lava suficiente para haber formado una capa de 50 yardas (45 m) de espesor si estuviera desparramada sobre todo el continente. Ese vulcanismo tan extensivo pudo haber tenido enormes efectos sobre la atmósfera; emisiones de dióxido de carbono que calentaron la atmósfera por efecto invernadero, compuestos del azufre produciendo una terrible lluvia ácida y contaminación del agua limpia sobre el planeta entero, y diminutas partículas de roca bloqueando la luz del sol y causando 'vientos nucleares' por décadas. ¿Pudieron los volcanes que formaron la Deccan Trap haber matado a los dinosaurios, en lugar del meteorito? Mucho depende del momento.

Nuestra teoría preferida, no porque haya buena evidencia independiente para eso, sino porque explicaría mucho más, y porque tiene moraleja, es que las dos causas están vinculadas. El cráter Chicxulub está casi opuesto a la Deccan Trap, en el otro lado del planeta. Tal vez la actividad volcánica en Asia comenzó algunos millones de años antes del límite K/T, causando ocasionales crisis ecológicas para los animales más grandes, pero nada realmente definitivo. Entonces cayó el meteorito, causando ondas de choque que pasaron a través de la Tierra y convergieron, se enfocaron como con una lente, en esa frágil región de la corteza terrestre. (Un efecto similar ocurrió en Mercurio, donde un gigantesco cráter de impacto denominado Caloris Basin está directamente opuesto al 'terreno extraño' causado por ondas de choque enfocadas).

Entonces, debe haber habido una gigantesca explosión sincronizada de

vulcanismo -como culminación de todos los eventos de la colisión, la que habría sido bastante mala por sí misma. La combinación pudo haber barrido innumerables especies animales. Como sostén de esta idea, debería ser dicho que otro depósito geológico, la Siberian Trap, contiene diez veces más lava que el sistema Deccan, y sucede que la Siberian Trap fue formada al tiempo de otra extinción masiva, la gran extinción del Pérmico, la que hemos mencionado anteriormente. Para agregar más evidencia: algunos geólogos creen que han encontrado otro sitio de impacto de meteorito en la moderna Australia, la que en el Pérmico estaba en el lado opuesto a Siberia.

La moraleja de este cuento es que no deberíamos buscar 'la' causa de la extinción de los dinosaurios. Es muy raro que haya sólo una causa de un evento natural, a diferencia de los experimentos científicos que están especialmente preparados que llegar a una única explicación.

En Mundodisco, no sólo la Muerte llega a los humanos, guadaña en mano, sino que diminutas sub-Muertes llegan a otros animales -por ejemplo la Muerte de Ratas en *Soul Music*, de la cual una cita simple y típica será suficiente: 'SQUEAK'.

La Muerte de los Dinosaurios debe haber sido algo para ver, con los volcanes de un lado y el asteroide del otro, dejando un surco sobre la capa de hielo...

Ellos *eran* reptiles maravillosamente ágiles, ¿verdad? Confiamos en que los hechiceros no lo malinterpreten.

Hay otra lección a ser aprendida de nuestro hincapié en la desaparición de los dinosaurios. Varios otros reptiles grandes y/o espectaculares murieron al final de Cretáceo, especialmente los plesiosauros (famoso como una posible explicación del mítico monstruo de Loch Ness), ictiosauros (enormes depredadores con forma de pez, ballenas y delfines), pterosaurios (formas voladoras extrañas, de las cuales el terodáctilo aparece en todas las películas de dinosaurios y que son etiquetadas, equivocadamente, como dinosaurios), y especialmente los mosasauros...

¿Mosasauros?

¿Qué eran? Fueron tan espectaculares como los dinosaurios, pero no eran dinosaurios. No tenían una buena empresa de relaciones públicas porque pocos no-especialistas habían oído sobre ellos. Son conocidos popularmente como peces-lagarto -un nombre no tan bueno como 'lagarto terrible'- y eso los describe bien. Algunos eran tan parecidos a los peces como los ictiosauros, o delfines; algunos eran como los cocodrilos; algunos eran depredadores de cincuenta pies como el gran tiburón blanco; algunos

tenían sólo un par de pies de largo y se alimentaban de crías de amonites y otros moluscos comunes. Duraron sus buenos veinte millones de años, y por mucho de ese tiempo parecen haber sido los depredadores marinos dominantes. La mayoría de las personas que encuentra la palabra en las historias sobre dinosaurios, supone que los mosasauros no era una clase muy interesante de dinosaurios, y rápidamente los olvidan.

La otra cosa realmente extraña de la extinción K/T -probablemente no la 'cosa' en un sentido de significado, porque en este contexto una cosa sería una ecuación de incertidumbres, donde lo que tenemos es una diversidad de acertijos relacionados- es *cuáles* criaturas sobrevivieron a ella. En el mar murieron todos los amonites, y también las otras formas con conchas como belemnites -amonites planas- pero los nautilus pasaron, y también las jibias, los calamares y los pulpos. Asombrosamente, los cocodrilos, que a nuestros ojos son lo más parecido a un dinosaurio que se puede tener sin ser uno realmente, sobrevivieron el evento K/T con un poco de pérdida de diversidad. Y esos pequeños dinosaurios denominados 'pájaros' lo pasaron bastante ilesos. (Hay una historia que necesitamos contar, rápido. No hace mucho tiempo, la idea de que los pájaros son restos vivos de los dinosaurios era nueva, controversial, y por lo tanto un tema caliente. Entonces se convirtió en la sabiduría prevaleciente. Los nuevos descubrimientos fósiles, de todos modos, habían mostrado definitivamente que las mayores familias de pájaros modernos se separaron, en sentido evolutivo, mucho tiempo antes del evento K/T. De modo que no son restos de los ya muertos dinosaurios -antes de eso, dejaron de ser dinosaurios por completo).

Los mitos, en parte *Jurassic Park* en sí mismo, han sugerido que los dinosaurios no están 'realmente' extintos por completo. Sobreviven, o algo así, por información mitad real, mitad ficción, que nos lleva a creerlo, en los valles de *Mundo Perdido* en Sudamérica, o en islas deshabitadas, en las profundidades de Loch Ness, en otros planetas, o más místicamente como ADN preservado dentro de insectos chupadores, atrapados y encerrados en el ámbar. ¡Ay, casi seguro que no! En particular, el 'ADN antiguo' según se dice extraído de insectos fosilizados en ámbar viene de modernos organismos contaminantes no prehistóricos -por lo menos si el ámbar tiene más de cien mil años de edad.

Significativamente, nadie ha hecho una película recuperando dodos, moas, elefantes pigmeos, o mosasauros -sólo los dinosaurios y Hitler son populares para revivir el mito. Los dos al mismo tiempo podría ser un buen truco.

Los dinosaurios son el último icono de un hecho evolutivo que generalmente ignoramos, y que definitivamente nos sentimos incómodos al pensar en él: *casi todas las especies que alguna vez existieron están extintas*. Tan pronto como nos damos cuenta de eso, estamos obligados a mirar la conservación de las especies de una nueva manera. ¿Importa realmente que los pájaros pogo manchados hayan llegado a sus últimos cien especímenes, o que cien especies de caracol de árbol de una isla del Pacífico hayan sido comidas por depredadores introducidos por la actividad humana? Algunos temas, como la introducción de la perca del Nilo en el Lago Victoria en orden de mejorar la pesca deportiva -lo que ha resultado en la pérdida de varios cientos de especies de fascinantes peces 'cichlid'- son lamentados aún por las personas responsables, aunque sólo porque el nuevo ecosistema del lago parece mucho menos productivo. Todo el mundo (excepto los proveedores de extrañas 'medicinas' antiguas, sus aún más tontos clientes, y algunos bárbaros irrecuperables) parece estar de acuerdo en que la pérdida de magníficas criaturas como las grandes ballenas, elefantes, rinocerontes y por supuesto plantas como los ginkgos y las secuoyas sería una tragedia. Sin embargo, persistimos en reducir la diversidad de las especies en ecosistemas en todo el planeta, perdiendo especies como los grillos y las bacterias con apenas ningún remordimiento.

Desde el punto de vista de la mayoría de los humanos, hay 'buenas' especies, especies sin importancia, y 'malas' especies como la viruela o el mosquito, sin las cuales estaríamos mucho mejor. A menos que se tome una visión extrema sobre los 'derechos' de *todas* las criaturas vivientes a una existencia continuada, nos encontraremos haciendo juicio acerca de *cuáles* especies deberían ser conservadas. Y si se toma esa visión tan extrema, tendremos un problema real tratando de preservar los derechos de los guepardos y esas presas suyas, las gacelas. Por otro lado, si tomamos la tarea de hacer un juicio seriamente, no se puede suponer que, por decir, los mosquitos son malos y que deberían ser eliminados. Los ecosistemas son dinámicos, y la pérdida de una especie puede causar problemas inesperados en otro lugar. Se tienen que examinar las consecuencias no intencionales de los métodos tanto como las intencionales. Cuando se realizaron esfuerzos mundiales para erradicar a los mosquitos, con el objetivo de terminar con la malaria, la ruta preferida fue la dispersión masiva del insecticida DDT. Por un tiempo parecía estar funcionando, pero el resultado en el mediano plazo fue la destrucción de insectos benéficos y de otras criaturas, y la producción de razas de mosquitos resistentes los que eran mucho peores que sus predecesores. Ahora, el DDT está prohibido en todo el mundo -lo que

desafortunadamente no detiene a algunas personas que siguen utilizándolo.

En el pasado, el ambiente era un contexto para nosotros - evolucionamos para adecuarnos a él. Ahora, hemos convertido un contexto en un ambiente -lo cambiamos para que se adecue a nosotros. Necesitamos aprender cómo hacerlo, pero retroceder hasta alguna edad dorada imaginaria en la cual los humanos primitivos vivían presuntamente en armonía con la naturaleza no es la respuesta. Puede no ser políticamente correcto decirlo, pero la mayoría de los humanos primitivos hicieron tanto daño ambiental como su enclenque tecnología les permitía. Cuando los humanos llegaron a América desde Siberia, vía Alaska, hicieron su ruta hacia el sur en unos pocos miles de años masacrando en el camino a varias decenas de especies -perezosos gigantes y mastodontes (elefantes antiguos como mamuts pero diferentes), por ejemplo. Los indios Anasazi, al sur del actual territorio de Norteamérica, talaron bosques para construir sus viviendas, creando una de las áreas más áridas de los Estados Unidos. Los Maoríes mataron a los moas. Los humanos modernos pueden ser aún más destructivos, pero hay más de nosotros y la tecnología puede amplificar nuestras acciones. Sin embargo, para el tiempo en que los humanos fueron capaces de articular la frase 'ambiente natural', ya no lo había. Hemos cambiado el rostro de los continentes, de manera grande y pequeña.

Para vivir en armonía con la naturaleza, tenemos que saber cantar la misma canción que la naturaleza. Para hacerlo, debemos *comprender* a la naturaleza. No son suficientes las buenas intenciones. La ciencia debería serlo... si la utilizamos con sabiduría.

TREINTA Y CINCO

REINCIDENTES

LA DESOLACIÓN HABÍA DESCENDIDO SOBRE LOS HECHICEROS. Incluso algunos de ellos habían rechazado servirse por tercera vez en la cena.

—No es como si fueran sido *muy* avanzados —dijo el Decano en un intento por alegrar a todos—. Ni siquiera estaban utilizando metales. Y su escritura, francamente, eran sólo pictogramas.

—¿Por qué ese tipo de cosas no sucede aquí? —dijo el Discutidor Mayor, mientras jugaba con su postre.

—Bueno, hemos tenido ejemplos históricos de extinciones en masa —dijo Caviloso.

—Sí, pero sólo como resultado de una hechicería argumentativa. Eso es bastante diferente. No esperas que las rocas caigan desde el cielo.

—¿Tú no esperas que se queden *arriba*? —dijo Ridículo—. En un universo *apropiado*, la tortuga atrapa la mayoría de ellas, y los elefantes el resto. Protegen al mundo. Ya lo sabes, me parece que la cosa más sensata que puede hacer una forma de vida inteligente en ese pequeño mundo es salir de él.

—No hay adónde ir —dijo Caviloso.

—¡Tonterías! Hay una luna grande. Y hay otras bolas flotando alrededor de esa estrella.

—Todas demasiado calientes, demasiado frías, o completamente sin atmósfera —dijo Caviloso.

—Las personas tienen que hacer su propios espectáculo. De todos modos... hay muchos otros soles, ¿verdad?

—Todos demasiado alejados. Les tomaría... bueno, varias vidas llegar allí.

—Sí, pero ser extinguido les lleva para siempre.

Caviloso suspiró.

—Se partiría sin siquiera saber si hay un mundo en el que se pueda vivir, señor —dijo.

—Sí, pero estarían dejando uno en el cual no se puede vivir —dijo Ridículo con calma—. No por ninguna extensión de tiempo, de todos modos.

—Hay nuevas formas de vida que aparecen, señor. Fui y miré antes de la cena.

—Díselo a los lagartos —suspiró el Discutidor Mayor.

—¿Es buena alguna de las nuevas? —dijo Ridículo.

—Son... más esponjosas, señor.

—¿Hacen algo interesante?

—Principalmente, comen hojas —dijo Caviloso—. Hay algunos árboles más reales ahora.

—Billones de años de historia y hemos obtenido un árbol mejor —suspiró el Discutidor Mayor.

—No, no, ése tiene que ser un paso en la dirección correcta —dijo Ridículo pensativamente.

—¿Oh? ¿Y cómo?

—Se puede hacer papel de los árboles.

Los hechiceros miraban dentro del omniscopio.

—Oh, qué bien —dijo el Profesor en Runas Recientes—. *Otra vez* hielo. Ha pasado mucho tiempo desde que tuvimos una helada realmente grande.

—Bueno, mira el universo —dijo el Decano—. Está mayormente congelado con algunas pequeñas partes de agua hirviendo. El planeta está haciendo solamente lo que sabe hacer.

—Sabes, estamos ciertamente aprendiendo un montón de este proyecto —dijo Ridículo—. Pero mayormente deberíamos estar agradecidos de vivir en un mundo *apropiado*.

Pasaron varios millones de años, mientras tanto.

El Decano estaba sobre la playa y casi en lágrimas. Los otros hechiceros aparecieron en la cercanía y dieron vueltas para ver por qué era tanto lío.

Rincewind estaba en el agua hasta la cintura, aparentemente luchando contra un perro mediano.

—Está bien —gritaba el Decano—. ¡Dale la vuelta! ¡Usa una vara si tienes que hacerlo!

—¿Qué demonios está pasando aquí? —dijo Ridículo.

—¡Míralos! —dijo furioso y fuera de sí el Decano—. ¡Reincidentes! ¡Los pesqué tratando de regresar al océano!

Ridículo lanzó una mirada sobre las criaturas que estaban echadas en aguas bajas y masticaban cangrejos.

—¡No las atrapaste con la suficiente prontitud! —dijo—. Tienen patas palmeadas.

—¡Ha habido demasiado de este tipo de cosas últimamente! —soltó el Decano. Movi6 el dedo hacia una de las criaturas, quien lo mir6 cuidadosamente para el caso en que fuera un pez.

—¿Qué dirían tus ancestros, mi amigo, si te vieran correr hacia el agua, y sólo porque los tiempos son un poco duros sobre la tierra? —dijo.

—Er... ¿'Bienvenidos a casa'? —sugirió Rincewind, tratando de evitar las quijadas.

—¿'Largo tiempo sin mar'? —dijo el Discutidor Mayor, alegremente.

La criatura parecía rogar, casi.

—Oh, continúa, si debes hacerlo —dijo el Decano—. Peces, peces, peces... ¡te volverás pez uno de estos días!

—Ya sabes, volver al mar podría no ser una mala idea —dijo Ridículo, mientras paseaban a lo largo de la playa—. Las playas son bordes. Siempre se obtienen cosas interesantes en los bordes. Mira los lagartos que vimos en las islas. Su mundo era *todo* bordes.

—Sí, pero, ¿abandonar la tierra sólo para ir a nadar en el agua? No puedo llamar evolución a *eso*.

—Pero si vas a tierra donde tienes que formar un cerebro decente y algo de astucia y un poco de músculos en orden de poder hacer cualquier cosa, y entonces regresas a ver el mar donde los peces nunca tuvieron que pensar muy mucho acerca de nada, podrías realmente, er, patear traseros.

—¿Acaso los peces han...?

—Está bien, está bien. Quise decir, como una manera de hablar. Era sólo un pensamiento, de todos modos.

El ArchiCanciller frunció el ceño de forma no característica.

—De regreso en el mar —dijo—. Bueno, no puedes culparles.

TREINTA Y SEIS

MAMÍFEROS EN CONSTRUCCIÓN

DESPUÉS DE LOS DINOSAURIOS VINIERON LOS MAMÍFEROS... No exactamente.

Los mamíferos constituyen la clase de animales vivos más obvia sobre la Tierra actual. Cuando decimos 'animal' en una conversación ordinaria, la mayoría de las veces nos referimos a mamíferos -gatos, perros, elefantes, vacas, ratones, conejos, lo que sea. Hay cerca de 4.000 especies de mamíferos, y pueden ser asombrosamente diversos en forma, tamaño y comportamiento. El mamífero más grande, la ballena azul, vive en el océano y parece un pez pero no lo es; puede pesar 150 toneladas (136.000 kg⁵⁸). Los mamíferos más pequeños, varias especies de musarañas, viven en agujeros en el suelo y pesan cerca de una onza (30 g). Más o menos en el medio están los humanos, quienes, paradójicamente, se han especializado en ser generalistas. Somos los más inteligentes de los mamíferos... algunas veces.

El principal rasgo distintivo de los mamíferos es que cuando son jóvenes sus madres les alimentan con leche, producida por glándulas especiales. Otros rasgos que (casi) todos los mamíferos tienen en común incluyen los oídos, especialmente los tres diminutos huesos en el oído medio conocidos como estribo, yunque y martillo, y que envían el sonido al tímpano⁵⁹; el pelo (excepto en las ballenas adultas); y el diafragma, que separa el corazón y los pulmones del resto de los órganos internos. Virtualmente, todos los mamíferos dan a luz jóvenes vivos: las excepciones son el ornitorrinco y el equidna, que ponen huevos. Otro rasgo curioso es que las células rojas de la sangre de los mamíferos carecen de núcleo, mientras que las células rojas de otros vertebrados poseen núcleo. Todo esto es evidencia de una prolongada historia evolutiva común, sujeta a unos pocos eventos

⁵⁸ Se han respetado los números anotados por el autor, pero una tonelada equivale a mil kilogramos, de modo que debería decir 150.000 kg. (Nota del traductor)

⁵⁹ Creo que es un error y que debe ser rectificado. El sonido hace vibrar el tímpano (como ondas que modifican la presión del aire dentro del conducto auditivo). Esta membrana timpánica separa el oído externo del medio; uno de los huesos mencionados (el martillo) está en contacto con ella y transmite la vibración, amplificándola y codificándola, hasta el yunque primero y hasta el estribo después, el que está en contacto con una membrana del caracol; dentro de este último, sumergidas en líquido sensible a tales vibraciones, están las fibras nerviosas, que son las que convierten la vibración en señales comprensibles para nervio coclear. (Nota del traductor)

desusados de los cuales el más significativo fue la temprana separación de Australia del resto de Gondwanaland. Los modernos estudios del ADN de los mamíferos confirman que todos son una única y enorme familia feliz.

Cuando murieron los dinosaurios, los mamíferos tuvieron su día de fiesta. Aliviados de la esclavitud de los dinosaurios, pudieron ocupar espacios ambientales que, sólo unos pocos millones de años atrás, hubieran regalado al dinosaurio un alimento fácil. Parece posible que la actual diversidad de los mamíferos tuviera mucho que ver con la rapidez con que entraron en su reino -por un tiempo, casi cualquier estilo de vida era suficiente para vivir. De todos modos, estaría equivocado imaginar que los mamíferos comenzaron a existir para llenar el espacio dejado por los ausentes dinosaurios. Los mamíferos coexistieron con los dinosaurios al menos por 150 millones de años.

Harry Jerison ha sugerido que antes de que los dinosaurios se volvieran realmente dominantes, varios mamíferos podían vivir a la luz del día, y evolucionaron muy buena vista para hacerlo. Como los dinosaurios se convirtieron en un problema cada vez más grande, los mamíferos adoptaron un bajo perfil, mayormente permaneciendo escondidos bajo el suelo durante el día. Si usted es un animal nocturno, entonces confía en un sentido auditivo realmente bueno, de modo que las presiones evolutivas equiparon a los mamíferos de excelentes oídos -incluyendo esos tres pequeños huesos. De todas maneras, retuvieron la visión. De modo que cuando los mamíferos se aventuraron otra vez a la luz del día, tenían buena vista y buen oído. La combinación les dio una ventaja sustancial sobre el resto de los competidores.

Los mamíferos evolucionaron desde un orden de reptiles del Triásico conocidos como terápsidos -pequeños, cazadores de movimientos rápidos la mayoría, aunque algunos eran herbívoros. Comparados con los otros reptiles, los terápsidos no eran especialmente impresionantes, pero su estilo de vida de bajo perfil les condujo, en etapas, a los rasgos distintivos de los mamíferos. Un diafragma lleva a una respiración más eficiente, útil si se quiere correr rápido. También permite a los animales jóvenes continuar respirando mientras la madre los alimenta con su leche -cambios a animales 'co-evolucionados' como un conjunto completo de atributos cooperativos, no uno por vez. El pelo les mantiene calientes, y cuanto más calientes están, más rápido se pueden mover las partes del cuerpo... y todo así.

Todo esto hace difícil decidir cuándo el ancestro del terápsido, reptil parecido a un mamífero, se convirtió en un mamífero parecido a un reptil... pero, como hemos dicho, los humanos tienen problemas con las

conversiones. No hubo tal momento: en cambio, hubo mayormente una transición gradual, ocasionalmente con tumbos.⁶⁰ Los fósiles más tempranos que pueden definitivamente ser identificados como mamíferos vienen de hace unos 210 millones de años -criaturas que disfrutaban del nombre de 'morganucodóntidos'. Eran musarañas, probablemente nocturnas, probablemente insectívoras, probablemente ponedoras de huevos. Los detractores de Darwin objetaban tener a los monos como sus ancestros: sólo el cielo sabe qué hubieran pensado de esas musarañas comedoras de gusanos y ponedoras de huevos. Pero también hay buenas noticias, si está con esos pensamientos, porque los morganucodóntidos era sesudos. No especialmente sesudo para una musaraña, pero sesudo comparado con los reptiles de los cuales evolucionó. Lo cierto es que esto era en gran parte porque el cerebro de los terápsidos era tan grueso como dos cortas... er... rebanadas de helecho, pero era un comienzo.

¿Cómo sabemos que estas primeras musarañas eran verdaderos mamíferos? Uno de los trozos de animal que sobrevive como fósil más que cualquier otro trozo son los dientes. Es por eso que los paleontólogos utilizan los dientes, por encima de cualquier otra cosa, para identificar las especies de animales largamente muertos. Hay muchas especies de las cuales la única evidencia es un diente o dos. Afortunadamente, se puede decir mucho de los animales por sus dientes. En general, cuanto más grande es el diente, más grande es el animal -el diente de un elefante de hoy es mucho más grande que un ratón entero, de modo que cualquiera sea el animal del que provenga, no podría ser del tamaño de un ratón. Si se puede encontrar una quijada, un juego completo de dientes, mucho mejor. La forma de un diente nos dice un montón acerca de lo que comía el animal -dientes moledores son para plantas, dientes filosos son para carne. El conjunto de dientes en una quijada nos dice mucho más. Los morganucodóntidos realizaron un avance mayor en el diseño de los dientes: dientes que se encajaban cuando se cerraban las mandíbulas, muy efectivos para cortar trozos de carne de insectos. También pagaron un pesado precio por sus dientes, uno que aún pagamos nosotros. Los reptiles producen continuamente nuevos dientes: a medida que los viejos caen, son reemplazados. Nosotros producimos exactamente dos juegos de dientes: los de leche cuando niños y los verdaderos cuando adultos. Cuando nuestros dientes de adulto se caen, los

⁶⁰ OK, si usted insiste... Nuestra línea favorita acá es 'peluda'. Pero los pelos no fosilizan, de modo que ¿cómo se podría asegurar? Si usted tiene cabello, necesita cepillarlo. Por todo el cuerpo. Esto requiere una columna flexible, y usted puede decir cuán flexible es por la forma de las vértebras. Que sí fosilizan. (Algunas veces los científicos pueden ser *muy* ingeniosos). La evolución cruzó *dicha* línea hace unos 230 millones de años. (Nota de los autores)

únicos reemplazos disponibles son los artificiales. Culpen a los morganucodóntidos por esto: si se quiere tomar ventaja de los dientes de ajuste preciso, se debe mantener dicha precisión, lo que es impracticable si se descartan dientes y crecen nuevos. De modo que solamente tenían dos juegos de dientes, y nosotros lo mismo.

Desde esto podemos deducir más. Con sólo dos juegos de dientes, el morganucodóntido tenía que tener trucos especiales para alimentar a sus crías, algo diferente de los reptiles con su continua sucesión de dientes. No hay lugar para un juego completo de dientes adultos en una musaraña bebé, y si los dientes solamente vienen en dos etapas, no se puede agregar uno cada vez que la mandíbula crece. La solución fácil fue tener bebés sin dientes, para comenzar. ¿Pero cómo podían comer? Algo nutritivo y de fácil digestión -leche. De modo que pensamos que la producción de leche evolucionó antes de esos dientes de cierre preciso. Esta es una de las razones por la que los morganucodóntidos están definitivamente ubicados como mamíferos.

Es asombroso lo que se puede aprender de unos pocos dientes.

Mientras prosperaban y se diversificaban, los mamíferos evolucionaron en dos tipos principales: los mamíferos placentarios, donde la madre lleva al bebé en su útero, y los marsupiales, donde los lleva en una bolsa. El marsupial que salta más rápidamente a la mente es el canguro -posiblemente porque salta más fácilmente que casi cualquier cosa, como por ejemplo en *El Último Continente*:

—Y... ¿qué tal un canguro para 'Usted es necesario en una encuesta de la mayor importancia'? —dijo Rincewind con astuta inocencia.

—Sabes, es gracioso que preguntes eso...

Las sandalias apenas se movieron. Rincewind se levantó de ellas como un hombre dejando los puestos de arranque, y cuando apoyó los pies otra vez ya estaba haciendo movimientos de carrera en el aire.

Después de un rato el canguro se puso a su lado y le acompañó en una serie de rebotes fáciles.

—¿Por qué estás corriendo sin siquiera escuchar lo que tengo que decir?

—Tengo una larga experiencia en ser yo mismo —jadeó Rincewind—. Sé lo que pasará. Seré arrastrado hasta cosas que no deberían preocuparme. Y tú eres sólo una alucinación causada por una comida abundante sobre un estómago vacío, ¡de modo que no trates de detenerme!

—¿Detenerte? —dijo el canguro—. ¿Cuando estás dirigiéndote en la

dirección correcta?

Australia sola tiene más de cien especies de marsupiales -de hecho la mayoría de los mamíferos australianos son marsupiales. Otros setenta pueden ser encontrados en la misma región general -Tasmania, Nueva Guinea, Timor, Sulawesi, varias pequeñas islas vecinas. El resto son oposum y algunas pequeñas criaturas parecidas a ratones, principalmente en Sudamérica, aunque extendiéndose hacia América Central y con una de las especies de oposum hasta el Canadá.

Parece como si los mamíferos placentarios generalmente ganaran contra los marsupiales, pero la diferencia no es tan grande, y si no hay ningún mamífero placentario con quien competir entonces los marsupiales lo hacen muy bien. Incluso hay paralelos muy cercanos entre los marsupiales y los placentarios -un buen ejemplo es el 'oso' koala, que no es realmente un oso pero parece uno desusadamente encantador.

La mayoría de los marsupiales parecen placentarios 'paralelos'; un caso muy curioso es el tilacino, conocido también como tigre de Tasmania o lobo de Tasmania, que es parecido a un lobo y tiene el lomo rayado. El tilacino fue oficialmente declarado extinto en 1936, pero hay informes persistentes de observaciones ocasionales, y el hábitat adecuado aún existe, de modo que no debería sorprendernos si el tilacino hace su retorno. Charlie Beasley, guardabosque del Parque Nacional, informó haber visto uno por dos minutos en Tasmania en 1995. Observaciones similares fueron informadas desde la Costa del Sol de Queensland desde 1993: si estas observaciones son genuinas, probablemente sean de tilacinos cuyos ancestros recientes escaparon de zoológicos.

¿Por qué esa concentración de marsupiales en Australia? El registro de fósiles aclara que los marsupiales se originaron de América -más probablemente Norteamérica, pero eso no es muy seguro. Los placentarios surgieron en lo que ahora es Asia, pero que entonces estaba conectada a los otros continentes, de modo que se esparcieron por Europa y América. Antes de que los mamíferos placentarios entraran en América, los marsupiales emigraron hacia Australia por el camino de la Antártida, la que en esos días no era el territorio helado que es hoy. Australia ya se estaba separando de Sudamérica, pero no había ido tan lejos, ni tampoco la Antártida, de modo que presumiblemente la migración fue como 'salto entre islas', o tomando ventaja de los puentes de tierra que temporalmente emergían del océano. Pero hace 65 millones de años -bastante raro, el momento en que los dinosaurios murieron, aunque probablemente no es significativo- Australia

estaba bien separada de los otros continentes, incluso de la Antártida, y la evolución en Australia siguió su propio camino.

En ausencia de competencia seria, los marsupiales se multiplicaron - como las aves de tierra en Nueva Zelanda, y por la misma razón. Pero atrás, en América, la superioridad de mamíferos placentarios desplazó a los marsupiales *casi* completamente.

Hasta hace unos pocos años, se asumía que los placentarios nunca alcanzaron Australia para nada -excepto la muy tardía llegada de roedores y murciélagos desde el sudeste de Asia hace unos 10 millones de años, y la subsiguiente introducción humana de especies como conejos y perros. Esta teoría fue demolida cuando Mike Archer encontró un solo diente fósil en un lugar llamado Tingamarra. El diente es de un mamífero placentario, y tiene 55 millones de años.

Por la forma de los dientes está claro que este mamífero tenía pezuñas.

¿Acompañaron muchos mamíferos placentarios a los marsupiales en su migración? ¿O solamente unos pocos? De cualquier manera, ¿por qué los placentarios se murieron y los marsupiales se multiplicaron?

No tenemos idea.

Es probable que los primitivos marsupiales vivieran en los árboles, a juzgar por sus patas delanteras. Es probable que los primitivos mamíferos placentarios vivieran sobre el suelo, especialmente en madrigueras. La diferencia de hábitat les permitió coexistir mucho tiempo. La extinción de los marsupiales en América fue ayudada por los humanos, quienes encontraron que los marsupiales eran especialmente fáciles de matar. Los humanos no aparecieron en Australia hasta hace 40.000 a 60.000 años atrás. Cuando los colonos europeos aparecieron, desde 1815 en adelante, los aborígenes habían borrado numerosas especies de marsupiales.

La historia evolutiva de los mamíferos placentarios es controversial y no ha sido diagramada con detalle. Una primera rama del árbol familiar eran los perezosos, hormigueros y armadillos -todos animales que 'parecen' primitivos, aunque no hay razón terrenal del por qué, ya que los perezosos, hormigueros y armadillos de hoy han evolucionado como casi todo lo demás, habiendo sobrevivido el mismo periodo.

Los mamíferos realmente comenzaron durante los comienzos del periodo Terciario, cerca de unos 65 a 57 millones de años atrás. El clima entonces era templado, con decididos bosque en los dos polos. Parece como si lo que hubiera matado a los dinosaurios también cambiara el clima, de modo que era particularmente más lluvioso que lo que fue durante los

tiempos de los dinosaurios, y las lluvias estaban más distribuidas a lo largo del año, en lugar de llegar en una sola estación lluviosa. Los bosques tropicales cubrieron mucho del planeta, pero estaban principalmente habitados por diminutos mamíferos habitantes de árboles. No había grandes carnívoros... ni leopardos, ni ciervos, ni elefantes. Le tomó a los mamíferos varios millones de años evolucionar cuerpos más grandes. Posiblemente los bosques eran más densos que los que había en tiempo de los dinosaurios, porque no había grandes animales que abrieran camino a través de ellos. Si es así, había menos incentivo para evolucionar grandes animales, porque no les resultaría fácil moverse a través de los bosques.

Una vez comenzada la diversificación mamífera, hizo explosión. Había animales parecidos a los tigres, a los hipopótamos y comadrejas gigantes. Aunque según estándares modernos todos eran un poco deformados y voluminosos -nada tan gracioso como las criaturas de huesos delgados que vinieron después, las gacelas.

Hace unos 32 millones de años, la Antártida había vuelto a ser un casquete de hielo, y el mundo se estaba enfriando. La evolución de los mamíferos se había consolidado, y los cambios que sucedían eran relativamente pequeños. Había osos-perros y jirafas-rinocerontes, y cerdos del tamaño de una vaca, llamas y camellos y ciervos como silfides, y conejos con pezuñas. Pero hace 23 millones de años el clima se estaba calentando otra vez. La Antártida se había separado de América del Sur, produciendo grandes cambios en las corrientes oceánicas: ahora el agua fría podía ir indefinidamente alrededor del polo sur. El nivel del mar descendió porque el agua estaba atrapada en el hielo de los polos; con más tierra expuesta y menos océano el clima se volvió más extremo, porque las temperaturas de la tierra podían cambiar más rápidamente que las del mar. La caída de los niveles del mar abrió puentes de tierra entre continentes previamente aislados; las ecologías aisladas comenzaron a mezclarse a medida que los animales migraban a lo largo de las nuevas conexiones. Y alrededor de este tiempo, la evolución de algunos mamíferos dio una desusada vuelta. Una vuelta en U.

Volvieron al mar.

Los animales de tierra habían salido originalmente del mar -a pesar de los mejores esfuerzos de los hechiceros en detenerlos. Ahora, unos pocos mamíferos decidieron que sería mejor volver allí. Los hechiceros consideraron que tal táctica era un débil acto de reincidencia, renunciar y volver a casa. Aún para nosotros es un paso en reversa, casi contra-evolutivo: si fue una buena idea salir del océano en primer lugar, ¿cómo

podía ser mejor regresar? Pero el juego evolutivo es jugado contra un fondo cambiante, y los océanos habían cambiado. En particular, había cambiado el *alimento* disponible. De modo que en el medio Eoceno encontramos los primeros fósiles de ballenas, como el *Basilosaurus* de sesenta pies (20 m) de largo, que tenía un par de piernas diminutas en la base de su larga cola. Hemos encontrado fósiles de sus ancestros, y realmente parecen pequeños perros.

El mar Mediterráneo estaba condenado, África entró en contacto con Europa, y las criaturas originalmente confinadas en África se dispersaron por Europa, entre ellas, elefantes -y monos. Los caballos evolucionaron, como los verdaderos gatos (tal como el famoso tigre diente de sable). Hace unos cinco millones de años, la mayoría de los mamíferos de hoy eran reconocibles en su forma actual, y el clima se había vuelto parecido al de hoy.

La escena estaba lista para la evolución de los humanos.

No es que todo haya sido puesto *en orden* de conducirlo a nosotros, lo apreciarán. Sólo sucedió que nuestros primitivos ancestros estaban en posición de tomar ventaja del mundo como estaba entonces. Y lo hicieron.

Podemos seguir las huellas de los ancestros de los mamíferos modernos -todas las criaturas vivientes que todavía existen hoy- mediante el registro de los cambios en sus ADN. El ritmo en que el ADN *muta* -adquiere errores al azar en su código- conduce a un 'reloj ADN' que puede ser utilizado para estimar el tiempo de eventos pasados. Cuando esta técnica fue descubierta, fue ampliamente aclamada como una manera precisa y por lo tanto no controversial de resolver las preguntas difíciles acerca de cuáles ancestros de animales estaban más próximamente relacionados a cuál. Ahora se vuelve claro que sólo dicha precisión no puede proveer de respuestas definitivas a tales preguntas.

El asunto de la interpretación -¿qué significa este resultado?- todavía puede ser controversial, aún si el resultado mismo es preciso. Por ejemplo, S. Blair Hedges y Sudhir Kumar aplicaron el reloj ADN a 658 genes en 207 especies de vertebrados modernos: rinocerontes, elefantes, conejos, y más. Sus resultados sugerían que varios de estos linajes venían de al menos 100 millones de años atrás, coexistiendo con los dinosaurios -aunque no hay duda de que los primitivos ancestros de elefantes y rinocerontes eran bastante pequeños. El registro de fósiles está de acuerdo de que en ese tiempo había mamíferos -pero no esos. Los biólogos moleculares declaran que el registro de fósiles debe ser engañoso; los paleontólogos están

convencidos de que el reloj ADN algunas veces funciona más rápido y otras más lento. El debate continúa -pero para lo que sea, nuestra apuesta está con los paleontólogos.

Una gran sorpresa acerca del ADN de los mamíferos es cuánto de él hay. Se podría esperar que una criatura sofisticada como un mamífero sea 'difícil de construir' y por lo tanto necesite más ADN, como el boceto de un jumbo tiene que ser más complicado que el de un barrilete.

No es tanto así.

Los mamíferos tienen menos ADN -genomas más cortos- que varios de otros animales aparentemente más simples, por ejemplo sapos y tritones.

Hay una buena razón para esta aparente paradoja, e ilumina la diferencia entre ADN y boceto. El ADN es más como una receta -y una receta que hace montones de suposiciones acerca de qué más hay en la cocina, de modo que nada de eso sea necesario anotar en el libro de recetas. En esencia, la cocina para los mamíferos tiene un horno bien controlado, capaz de asegurar una buena temperatura de cocción, de modo que una buena cantidad de trucos acerca de qué hacer si la temperatura cambia no necesita ser mencionada.⁶¹ En la cocina del sapo, por otro lado, la temperatura sube y baja dependiendo del momento del día y del clima, de modo que la receta tiene que abarcar todas las contingencias, necesitando más código genético. Por 'cocina' queremos significar el ambiente en el cual el animal embrionario se tiene que desarrollar. Para un sapo, la cocina es un estanque. Para un mamífero, la cocina es mamá.

Los mamíferos evolucionaron un buen control de temperatura -a diferencia de los reptiles, son de sangre caliente, pero lo que importa no es que sea *caliente*, sino que sea controlable. El ADN de un sapo está lleno de genes que fabrican montones de enzimas diferentes, junto con instrucciones de tipo de 'utilice la enzima A si la temperatura es inferior a 6°C, utilice la B si la temperatura está entre 7°C y 11°C, utilice la C si la temperatura está entre 12°C y 15°C...'. El ADN de los mamíferos sólo dice 'Utilice la enzima X', sabiendo que la madre tendrá cuidado de las variaciones de temperatura. El ADN de un sapo es un cohete; el de los mamíferos en un elevador espacial.

¿Cómo tuvo lugar este cambio? Tal vez, cuando los mamíferos evolucionaron primero, su ADN ganó instrucciones adicionales, pero que después de la evolución del control de temperatura un montón de ADN se

⁶¹ ¿Cuántos libros de recetas hay donde dicen que se debe hervir el agua, pero que *nunca* especifican a qué altitud debe ser realizado? Eso importa: cuanto más alto, el agua hierve a menor temperatura. (Nota de los autores)

volvió redundante, y desapareció o fue convertido para otros usos. Por otro lado, no tenemos idea cómo era realmente el ADN de los primitivos mamíferos -tal vez *era* más corta en esos días, tal vez los sapos y tritones de hoy tienen recetas más extensas que los antiguos. Pero en balance parece más posible que los mamíferos eliminaran un montón de instrucciones superfluas.

La tecnología moderna utiliza el mismo truco. Porque la maquinaria que fabrica los bienes del consumidor de hoy es extremadamente precisa y exacta, esos bienes pueden ser *más simples* que lo que eran en el pasado. Una lata de bebida, por ejemplo, es apenas más que un trozo de aluminio al que se ha dado la forma de un cilindro, con otro trozo plano en la punta para actuar como tapa, una línea débil alrededor de una lengüeta para volcar y una anilla (algunas veces una palanca) adherida a la lengüeta. Reemplaza a la botella, la que consiste en dos o más trozos de vidrio moldeado 'soldados' juntos, una tapa metálica, y una rebanada de corcho. La simplicidad de la lata tiene un precio: un *muy* cuidadoso control en el proceso de fabricación.

Hay varios científicos que insisten en que el ADN de un organismo determina todo acerca de él -aunque no lo haga manifiestamente- y argumentan que el sistema de control de temperatura de la madre está incluido en la receta de su ADN. Esto bien puede ser verdad, pero aún si lo es, el ADN de 'este organismo' de alguna manera ha migrado a otro organismo (el de la madre, no a su boceto). Tan pronto como dos generaciones están involucradas en implementar el boceto genético, se abre una pausa en la cual se pueden insertar cosas que no son genéticas para nada. Ya hemos mencionado varias, por ejemplo los priones en la reproducción de la levadura.

Nuestros ancestros mamíferos pueden aún ser responsables de uno de los mitos modernos más bizarros: los repetidos cuentos de personas que son abducidas por extraterrestres. Los ufólogos alegan que uno de cada veinte americanos declara haber sufrido dicha experiencia (la han sufrido, ¿verdad?). Si es cierto, este rasgo es una observación notable y no muy feliz de las facultades críticas de esa gran nación, o de los hábitos de una especie espacial desconocida. Sea como sea, un montón de personas están convencidas de que extraterrestres extraños, habitualmente con grandes ojos negros y cabezas con forma de pera como los de *Encuentros Cercanos del Tercer Tipo*, aterrizaron un OVNI cerca de ellas, las cargaron a bordo, y las llevaron en un vuelo alrededor del sistema solar mientras llevaban a cabo en ellas experimentos raros, frecuentemente de naturaleza sexual. Después

de los cual fueron regresadas tranquilamente en el mismo punto del que habían sido abducidas, como si no hubiera sucedido absolutamente nada.

Lo primero a decir es que sin ninguna duda varias de estas experiencias son falsas. Una vez, Ian realizó una emisión de radio en la que incluyó a una mujer que había sufrido una convincente experiencia de haber sido abducida -excepto que ella sabía que realmente no lo había sido, porque su familia le dijo que había estado dormida junto al fuego la mayor parte del tiempo. Una vez, Jack se entrevistó con una mujer que declaraba que los extraterrestres la habían abducido y que le habían quitado su bebé. De modo que él le preguntó algo que nadie más había preguntado, incluida la mujer: '¿Estaba usted embarazada?'

'No.'

El punto es que para las víctimas la experiencia se *siente* real. Aunque la lógica les dice que no pudo haber sucedido, no aplican la lógica, o lo hacen pero aún recuerdan la experiencia vívidamente. Deducimos que la mente humana algunas veces tiene recuerdos vívidos que no corresponden a eventos reales. Por supuesto que también tenemos que observar que sólo porque algunas abducciones de extraterrestres sean falsas, no implica que todas lo sean. De todos modos, si podemos encontrar un mecanismo sensato para personas de otro modo razonables y que *creen* que realmente han sido llevadas en un OVNI, entonces la carga de la prueba cambia dramáticamente y se hacen necesarias evidencias de abducción más fuertes que las sinceras expresiones de fe.

Los informes de abducciones extraterrestres no son nuevos. En la Edad Media, de todos modos, podrían haber sido tanto vuelos de brujas sobre escobas, como encuentros con criaturas fabulosas como el súcubo, demonio con cuerpo de mujer quien presuntamente tiene sexo con los hombres mientras duermen. Las brujas de Mundodisco emplean las escobas solamente como medio de transporte. La parte sexual no se aplica para nada -excepto para Nanny Ogg, por supuesto.

Los cuentos folclóricos acerca del súcubo pueden ser encontrados en todo el mundo. En Newfoundland la gente cuenta de una bruja anciana sentada sobre sus pechos por la noche, y en Vietnam hablan del 'fantasma gris'. Lo que parece que está sucediendo es algún patrón mental común, cargado con influencias culturales. Es por eso que las abducciones por brujas sobre escobas han quedado fuera de moda, pero las abducciones de extraterrestres sobre OVNI son el condimento de la década.

Susan Blackmore piensa que todas estas experiencias son, y fueron, causadas por 'parálisis del sueño'. Es un rasgo de la mente que previene que

los durmientes muevan sus miembros como si realmente estuvieran actuando en sus sueños. Tal 'control mental' es importante para cualquier animal que sueña: no hay deseos salir caminando de la madriguera calientita para ir a parar a la boca de un depredador. Muchos de los mamíferos sueñan -la mayoría de nosotros ha visto a un gato o a un perro sacudiendo las patas, y la evidencia de los registros de actividad eléctrica del cerebro dice que los animales están metidos en algo que se parece mucho a la actividad de un humano soñando. No podemos estar seguros si un gato puede tener sueños visuales como nosotros, pero dormir y soñar tienen lugar en partes primitivas del cerebro, de modo que probablemente vengan desde muy atrás en nuestra historia evolutiva. De todos modos, si el sistema de parálisis del sueño funciona mal, las personas que están parcialmente despiertas pueden sufrir parálisis del sueño. Los experimentos muestran que en esos casos tienen una impresión típica de que 'hay alguien allí'.

Este rasgo de la mente humana puede ir muy atrás en el tiempo, justo después del choque del meteorito, cuando los mamíferos nocturnos se despertaron en un mundo sin dinosaurios. Sus sentidos del oído y de la vista, previamente separados el uno del otro porque evolucionaron en periodos diferentes y en circunstancias muy diferentes, pueden haberse conectado. Cuando sus oídos escuchaban algo extraño, el sentido de la vista puede haberse disparado y hacerles sentir que podían ver lo que no podían ver lo que lo estaba causando. Hemos heredado esa tendencia, pero la interpretamos en términos de la cultura actual: hombres del saco, brujas, tal vez aún dragones unos pocos siglos atrás, extraterrestres con grandes ojos negros hoy. La conexión sexual es honesta, también: los sueños con sexo son muy comunes hoy.

Oh, sí, una cosa más: desde que todos vimos *Encuentros Cercanos*, sabemos exactamente cómo se ve un extraterrestre... como todos solían conocer que las brujas cruzaban el aire sobre escobas. De modo que nuestro sistema visual sabe qué forma debe darle a lo que sea que vea cuando tenemos esa graciosa sensación de que algo está persiguiéndonos. Y los platillos voladores también han mejorado, de ser las cosas tachonadas de remaches que eran en los círculos galácticos de los primeros 50.

Las historias de personas que ven fantasmas bien pueden tener la misma explicación. Usted ha leído las historias, sabe cómo debería verse un fantasma (tal vez ha visto *Cazafantasmas*, o una película de Stephen King), e intenta permanecer sentado toda la noche en la Casa Maldita. Piensa en fantasmas, en caballos sin cabeza, y en damas isabelinas que caminan a través de los muros y se ponen transparentes -y entonces comienza a

cabecear porque son las 2 de la mañana y ha estado levantado toda la noche... El circuito de la parálisis del sueño arranca... ¡Aaaaaaagh!

TREINTA Y SIETE

NO JUGAR A DIOS

EL ARCHICANCELLER ESTABA BASTANTE QUIETO DESPUÉS DEL TÉ.

Eventualmente dijo:

—¿Podemos *detener* este Proyecto, Caviloso?

—Er... ¿está seguro, señor?

—Bueno, ¿qué está logrando? Quiero decir, ¿*realmente*?

—Ya sabe, pensaba, todo lo que usted tiene que hacer es mantener al mundo funcionando, y antes de que pueda decir 'creación' habrá alguna criatura que se ponga de pie, sujetando todo lo que la rodee, mirando con cierta cantidad de inteligencia y conciente del cielo infinito y dirá...

—... esa cosa se pone más grande, me pregunto si va a golpearnos — dijo Rincewind.

—Rincewind, esa afirmación fue extremadamente cínica y precisa.

—Lo siento, ArchiCanciller.

Los labios de Caviloso se estaban moviendo en silencio mientras razonaba.

—Podemos comenzar a detenerlo, sí. El reactor taumatúrgico no ha estado poniendo demasiado dentro de él en la última semana. Casi hemos terminado el combustible.

—¿De veras?

—La cancha de squash tendrá un índice de taumaturgia bastante alto, señor, de modo que quien quiera que presione el botón sufrirá una cierta cantidad de...

Se escuchó el sonido de algo girando. Los hechiceros miraron la silla de Rincewind, la que finalmente cayó sobre las losetas. De su último ocupante no había señal, aunque se escuchaba el distante sonido de una puerta que se golpeaba.

El Decano sorbió.

—Extraño comportamiento —dijo.

—Sugiero que le demos un día más de nuestro tiempo —dijo Ridículo—. Tenía la esperanza de que pudiéramos crear un mundo, caballeros, pero en cambio está claro para mí que ninguna vida en este universo tiene el hábito de vivir... en esta clase de globo de nieve celestial. Fuego y hielo, hielo y

fuego. Caballeros, los mundos redondos son intrínsecamente defectuosos. Si hay dioses escondidos en el nuestro, están condenadamente bien escondidos.

—Los Omnianos dicen ‘No jugar a Dios. Él siempre gana’ —dijo el Discutidor Mayor.

—Me imagino —dijo Ridículo—. Entonces... ¿un día más, caballeros? Y entonces podemos seguir con algo sensato.

El rojo sol se levantó rápidamente sobre el reseco terreno. Los monos se freían en su cueva, que era un poco más que un saliente rocoso, y vieron el gran rectángulo negro que se cernía sobre ellos.

El Decano lo tocó con su puntero.

—*Traten* de prestar atención hoy, ¿quieren? —se volvió y escribió rápidamente con la tiza a través de la pizarra—. Acá tenemos R... O... C... A, roca. ¿Puede alguien decirme qué se hace con eso? ¿Nadie? ¿Nadie? Miren, basta de hacer eso, ¿eh? —trató de golpear a un mono con el puntero virtual, y entonces lo lanzó lejos. Se desvaneció.

—Pequeños demonios asquerosos —murmuró.

—¿No estás llegando a ninguna parte, Decano? —dijo Ridículo apareciendo a su lado.

—No, ArchiCanciller. He tratado de explicarles que probablemente tengan sólo unos pocos millones de años, y eso es bastante difícil de hacer en lenguaje de señales, déjame decirte. Pero la única palabra que conocen es S-E-X-O, y no pierden tiempo en *deletrearla*, ¡oh, no! ¿Para esto me he salteado el desayuno?

—No importa. Veamos cómo le va al Discutidor Mayor.

—Son sólo malas copias de un humano, si me lo preguntas...

Los hechiceros se desvanecieron.

Uno de los monos caminó sobre los nudillos hacia la pizarra y la observó desaparecer de la vista mientras HEX completaba el hechizo.

No tenía la más leve idea de lo que había estado sucediendo, pero había estado impresionado por la vara que había sido agitada. Parecía haberse ido. Eso no preocupaba al mono, quien sabía de cosas que desaparecían -a menudo, en esos días, un miembro del clan podía desaparecer por la noche, con un montón de gruñidos en las sombras.

Había probablemente algo que se pudiera hacer con una vara, pensó. Tal vez, podría involucrar sexo.

Espió por los alrededores entre los escombros y encontró, no una vara, sino un hueso seco, que tenía la forma muy parecida a la de una vara.

Golpeó con ella el suelo varias veces. No hizo mucho más. Entonces renuientemente decidió que probablemente fuera imposible acoplarse con él por el momento, y lo lanzó muy alto por los aires.

Se levantó, dando vueltas y vueltas.

Cuando cayó, le dejó inconsciente.

El Discutidor Mayor estaba sentado debajo de una sombrilla de playa virtualmente allí cuando los otros hechiceros llegaron. Parecía tan abatido como el Decano.

Un grupo de monos estaba jugando sobre la superficie.

—Peores que lagartos —dijo—. *Ellos* tenían estilo, al menos. Cuando este grupo encuentra algo, ellos tratan de ver si lo pueden comer. ¿Qué objeto tiene eso?

—Bueno, supongo que averiguarán si es comestible —dijo Ridículo.

—Pero sólo *desordenan* todo —dijo el Discutidor Mayor—. Oh, no... aquí vamos otra vez...

Se escuchó un chillido estridente mientras la tribu salía de las olas a toda velocidad y se colgaba de los árboles cercanos. Una sombra pasó rauda bajo la superficie y se sumergió en el agua azul, bajo un irrespetuoso coro de silbidos de simios y de semillas.

—Oh, sí, y les gusta lanzar cosas —dijo el Discutidor Mayor.

—Los mariscos son buenos para la mente, decía siempre mi abuelita —dijo Ridículo.

—Este grupo no pudo comer muchos, entonces. Gritan, arrojan cosas, y golpean cosas para ver qué hacen, esa es la extensión de sus capacidades. Oh, ¿*por qué* no descubrimos los lagartos antes? *Ellos* tenían *clase*.

—No hubieran detenido la bola de nieve —dijo Ridículo.

—No. Tú tenías razón, ArchiCanciller. Todo es *tan sin sentido*.

Los tres hechiceros permanecieron mirando abatidos hacia el mar. A media distancia, los delfines saltaban en su ruta a través del agua.

—Debe estar llegando la hora del café —dijo el Decano para romper el silencio.

—Buen pensamiento, hombre.

Rincewind estaba vagando por la bahía cercana, observando los acantilados. Oh, algunas cosas habían sido quitadas de Mundodisco, pero... bueno... *sensatamente*. Había inundaciones, incendios y, por supuesto, héroes. No había nada como un héroe para una especie cuya cantidad estaba creciendo. Pero al menos algún pensamiento real entraba en ella.

El acantilado tenía una serie de líneas horizontales. Representaban

antiguas superficies, algunas de las cuales Rincewind había pisado virtualmente. Y en varias de ellas estaban los huesos de antiguas criaturas, convertidas en roca por un proceso que Rincewind no comprendía y en el que no confiaba. La vida había salido de alguna manera de las rocas de este mundo, y aquí se podía ver que estaba regresando. Había grandes capas de rocas hechas de la vida, millones de años de pequeños esqueletos. Enfrentado con una maravilla natural de esa escala uno solamente podía sentirse intimidado por el profundo abismo del tiempo, o tratar de encontrar a alguien a quien quejarse.

Unas pocas rocas cayeron, a mitad del acantilado. Un par de pequeñas piernas se agitaron inciertas en el nivel, y entonces el Equipaje cayó, se deslizó sobre la pila de escombros al pie del acantilado, y aterrizó sobre la tapa.

Rincewind lo vio debatirse un rato, suspiró, y lo puso otra vez como debía estar. Al menos, algunas cosas no cambiaban.

TREINTA Y OCHO

HORMIGUERO POR DENTRO

USTED SABE LO QUE LES PASARÁ A LOS MONOS -se convertirán en *nosotros*. ¿Pero por qué los tenemos jugando en las olas? ¿Por que es divertido? Sí... pero más significativamente porque la playa es central para una de las dos principales teorías acerca de cómo nuestros ancestros monos adquirieron cerebros grandes. La otra, más ortodoxa, localiza la evolución del cerebro grande en las sabanas, y *sabemos* que algunos de nuestros ancestros vivieron en las sabanas porque hemos encontrado fósiles. Desafortunadamente, las playas no son un buen lugar para dejar fósiles. *Frecuentemente se los encuentra* allí, pero eso es porque se depositaron cuando el área no era una playa, y el mar ha erosionado las rocas para exponer los fósiles. En ausencia de evidencia directa de esta clase, la teoría de los monos nadadores tiene que tomar el segundo lugar... pero explica nuestros cerebros bastante ajustadamente, mientras que la teoría de la sabana se saltea este asunto.

Nuestros parientes vivos más cercanos son dos especies de chimpancés: el chimpancé más revoltoso del zoológico estándar, el *Pan troglodytes*, y su primo más esbelto, el chimpancé bonobo (o pigmeo), el *Pan paniscus*. Los bonobos viven en zonas de Zaire muy inaccesibles, y no fueron reconocidos como una especie de chimpancés separada hasta 1929. Hasta cierto punto, podemos desentrañar el pasado evolutivo de los grandes monos comparando las secuencias de sus ADN. El ADN humano difiere del ADN de ambos chimpancés al menos en un 1,6% -o sea, tenemos un 98,4% de nuestro ADN en común con ellos. (Es interesante especular qué habrían hecho los victorianos con esto). Las dos especies de chimpancés tienen ADN que difieren solamente un 0,7%. Los gorilas difieren de los dos chimpancés, y de nosotros, un 2,3%. En los orangutanes, la diferencia con nosotros es de 3,6%.

Estas diferencias pueden parecer pequeñas, pero se puede colocar una cantidad atroz en ese pequeño porcentaje del genoma de un mono. Un gran trozo de lo que tenemos en común seguramente debe consistir en 'subrutinas' que organizan los rasgos básicos de la arquitectura de

mamíferos vertebrados, decirnos cómo ser un mono, y decirnos cómo tener las cosas que todos tenemos -como pelo, dedos, órganos internos, sangre... El error está en imaginar que todo lo que nos hace humanos, y no un chimpancé, debe estar en ese otro 1,6% de ADN 'especial' -pero el ADN no funciona de esa manera. Por ejemplo, algunos de los genes en ese 1,6% del genoma pueden organizar el otro 98,4% de una manera completamente nueva. Si se mira el código de una computadora para un procesador de texto y para un lector de texto, se encontrará que tienen mucho en común -rutinas para lectura del teclado, impresión en pantalla, búsqueda de un determinado texto, cambio de fuentes a itálica, respuesta al clic de un ratón... pero eso no significa que la *única* diferencia entre un procesador de texto y un lector reside en las pocas rutinas en que son diferentes.

Ya que la evolución involucra cambios de ADN, podemos utilizar las medidas de esas diferencias para estimar cuándo algunos de los monos divergieron de los otros. Este método fue introducido por Charles Sibley y Jon Ahlquist en 1973, y mientras necesita ser interpretado con precaución, funciona bien aquí.

Una unidad de tiempo conveniente para tales discusiones es el 'Abuelo', que definimos tener 50 años. Es un buen periodo humano, siendo más o menos la diferencia de edad entre el niño y el abuelo que dice 'Cuando yo era joven...', y brinda una sensación de historia. En estos términos, Cristo vivió hace 40 Abuelos, y los babilonios vivieron unos 100 Abuelos atrás. No hay muchos abuelos a lo largo de la historia humana con registros como '... no teníamos estas modernas tablillas de cuneiformes cuando era pequeño...', y '... el bronce era bastante bueno para mí'. El tiempo humano no es muy lejano. Hemos sido buenos en compactarlo todo.

Los estudios sobre el ADN indican que las dos especies de chimpancés se separaron hace unos 60.000 Abuelos -tres millones de años. Los humanos y los chimpancés se separaron 80.000 abuelos antes -de modo que una cadena de sólo 140.000 abuelos nos unen con nuestro ancestro cuasi-chimpancé. Quien también era, nos cansaremos de señalarlo, un ancestro cuasi-humano del chimpancé moderno. Los humanos y los gorilas se separaron hace 200.000 Abuelos; los humanos y los orangutanes divergieron hace 300.000 Abuelos. De modo que entre esos animales estamos más emparentados con los chimpancés, que con los orangutanes. Esta conclusión nace de la apariencia física y también de los hábitos. A los bonobos realmente les *gusta* el sexo.

Si esos tiempos parecen bastante cortos para todos los cambios evolutivos necesarios, hay que tener en mente dos cosas. Primero, que han

sido estimados utilizando un ritmo *real* de mutaciones de ADN; segundo, que de acuerdo con Nilsson y Pelger, un ojo completo puede evolucionar en 8.000 Abuelos -y que montones de diferencias pudieron, debieron, y *realmente lo hicieron*, evolucionar en paralelo.

El rasgo más llamativo de los humanos es el tamaño de su cerebro: más grande en comparación con el peso del cuerpo que en los otros animales. Llamativamente más grande. Una historia detallada de lo que nos hace humanos debe ser extraordinariamente complicada, pero es claro que cerebros grandes y poderosos fue la invención que lo hizo todo posible. De modo que tenemos dos obvias cuestiones en qué pensar: '¿Por qué evolucionamos cerebros grandes?' y '¿Cómo evolucionamos cerebros grandes?'

La teoría estándar aborda el 'por qué'. Sostiene que hemos evolucionado en las sabanas, rodeados de montones de grandes depredadores -leones, leopardos, hienas- y sin mucha protección. Nos teníamos que volver inteligentes en orden de sobrevivir. Rincewind le hubiera encontrado un defecto a esta teoría: 'Si éramos tan inteligentes, ¿por qué nos *quedamos* en la sabana, rodeados de montones de grandes depredadores?'. Pero, como hemos dicho, esto encaja con la evidencia fósil. La teoría no ortodoxa aborda el 'cómo'. Los cerebros grandes necesitan montones de células cerebrales, y las células cerebrales necesitan montones de químicos conocidos como 'ácidos grasos esenciales'. Tenemos que tomarlos de nuestros alimentos -no podemos hacerlos por nosotros mismos de algo más simple- y son escasos en las sabanas. De todos modos, tal como Michael Crawford y David Marsh lo señalaban en 1991, son abundantes en los mariscos.

Nueve años antes, Elaine Morgan había desarrollado la teoría de Alister Hardy sobre el 'mono acuático': no evolucionamos en las sabanas sino en la playa. La teoría se ajusta a una cantidad de peculiaridades humanas: nos gusta el agua (los bebés recién nacidos pueden nadar), tenemos un gracioso patrón de cabello sobre nuestro cuerpo, y caminamos erguidos. Vaya a cualquier centro turístico del Mediterráneo y verá que un montón de monos desnudos creen que la playa es el lugar donde dejarse estar.

El cerebro es fascinante. Es el vehículo físico de la mente, la que es aún más interesante. La mente es (o al menos le da a su propietario la vívida impresión de que lo es) conciente, y tiene (o al menos le da a su propietario la vívida impresión de que tiene) libre voluntad. La mente opera en un mundo de 'cualidades' -sensaciones vívidas como *rojo, caliente, sexy*.

'Cualidades' no son abstracciones: son 'sensaciones'. Todos conocemos cómo es experimentarlas. La ciencia no tiene idea qué las hace ser lo que son.

Sin embargo, el cerebro... podemos progresar con el cerebro. A cierto nivel, el cerebro es una clase de dispositivo computacional. Sus componentes físicos más obvios son las células nerviosas, dispuestas en redes complicadas. Los matemáticos han estudiado esas redes, y encontraron que lo que hacen las redes es llevar adelante procesos interesantes. Si se les da un dato de entrada producirán un dato de salida. Permitir que sus conexiones evolucionen seleccionando asociaciones específicas de entradas y salidas -tal como una respuesta a la imagen de una banana pero no a la imagen de una rata muerta- y bastante pronto se obtendrá un detector de bananas realmente efectivo.

Qué hace del cerebro humano algo único, tanto como podemos decir, es que se vuelve recursivo. Tan pronto como detecta una banana, puede pensar *acerca* de la detección de la banana. Puede pensar pensamientos acerca de su propio proceso de pensamiento. Es un dispositivo de reconocimiento de patrones que ha vuelto su atención a sus propios patrones. Esta es la capacidad que reside detrás de la inteligencia humana. También señala su conciencia: uno de los patrones que el dispositivo de reconocimiento de patrones ha aprendido a reconocer es a *sí mismo*. Se ha convertido en 'auto-conciente'.

Como resultado, el cerebro opera al menos en dos niveles. A nivel reduccionista, es una red de células nerviosas enviándose unas a otras mensajes increíblemente complejos pero en el fondo sin significado -como hormigas corriendo por el interior de un hormiguero. A otro nivel, es un ser integrado -el hormiguero como una personalidad por propio derecho. En *Godel, Esther, Bach*, Douglas Hofstadter incluye una secuencia donde Tía Hillary (quien es un hormiguero, si se pronuncia en inglés⁶²) tiene un encuentro con el Dr. Anteater. Cuando llega el Dr. Anteater, las hormigas entran en pánico -cambian sus acciones. Para Tía Hillary, quien opera en un nivel emergente, este cambio representa el *conocimiento* de que el Dr. Anteater ha llegado. Ella está completamente feliz al observar al Dr. Anteater tomando una comida de 'sus' hormigas. Las hormigas son un recurso interminable -ella siempre puede criar nuevas que tomen el lugar de

⁶² Estas palabras se acompañan de algunas imágenes. Aunt, que quiere decir Tía, se pronuncia de la misma manera, casi, que hormiga, Ant. Y la unión de Hill, primera sílaba del nombre de la Tía, con Ant, da un Anthill, que es hormiguero. De modo que Aunt Hill(ary) es sugerencia de hormiguero. Y Dr. Anteater, es literalmente, Dr. Comedor-de-hormigas, como se prueba al ver que sí se come a las hormigas que amorosamente cría la Tía. (Nota del traductor)

las que son comidas.

El enlace entre la 'anti-inteligencia' de Hillary es emergente -opera a través de lo que denominamos 'País Hormiga'. La misma acción significa lo mismo para las hormigas, pero algo bastante diferente, y *trascendente*, para Hillary. Reemplace Hillary, por usted mismo -el ser, el 'usted' que usted siente que está experimentando sus pensamientos- y hormigas por células cerebrales, y estará contemplando la conexión entre mente y cerebro.

Ahora *usted* se ha vuelto auto-referente.

El cerebro está construido por las redes nerviosas, pero hace falta algo más que sólo el ensamble de grandes redes nerviosas para evolucionar un cerebro. El cerebro opera en términos de 'módulos' de alto nivel -un módulo para correr, otro para reconocer el peligro, otro para poner todo el animal en alerta, y todo así. Cada uno de los módulos es un rasgo emergente de una compleja red nerviosa, y no fue diseñado: evolucionó. Millones de años de evolución *entrenaron* a esos módulos para responder instantánea y exquisitamente.

Los módulos no están separados. Comparten células nerviosas, se superponen, no están en una *región* del cerebro necesariamente bien definida -no más que 'Vodafone' es una *región* bien definida de la red telefónica⁶³. De acuerdo con Daniel Dennett, son como colecciones de demonios, operando por 'pandemonio'. Todos gritan, y en un instante dado, el que grita más fuerte gana (una gran parte de la Internet ha tomado prestado este diseño).

La humanidad moderna ha construido una cultura alrededor de estos módulos -una idea que exploraremos más adelante- y al hacerlo los ha convertido para otros propósitos. El módulo para descubrir leones se ha convertido, en parte, en el módulo para leer libros de Mundodisco. El módulo para el movimiento corporal, en parte, se ha convertido en uno para hacer cierta clase de matemáticas -esas partes de la mecánica donde la 'sensación' física de un problema bien puede ser precisamente eso. Nuestra cultura ha reconstruido nuestra mente, y nuestra mente a su vez ha reconstruido nuestra cultura, una y otra vez, en cada generación.

Tal reestructuración radical debe haber tenido precursores más simples. Un paso clave hacia la mente humana fue la invención del nido. Antes de haber nidos, los organismos bebés podían realizar solamente muy limitados experimentos de comportamiento. Si cada vez que se intenta un juego nuevo uno es tragado por una pitón, la novedad no lleva ningún premio. En

⁶³ Obviamente, es una referencia regional. (Nota del traductor)

la comodidad y relativa seguridad del nido, de todos modos, la parte del *error* de una prueba-y-error ya no es automáticamente fatal. Los nidos permiten jugar, y el juego permite explorar el espacio de fase de posibles comportamientos y encontrar nuevas estrategias, algunas veces útiles. Más allá del mismo camino está la familia, la bandada, y la tribu, con ciertos comportamientos compartidos y protección mutua. Los suricatos, una especie de mangosta, tienen una estructura tribal intrincada, y tienen turnos para hacer observaciones peligrosas (porque están más expuestos).

Los humanos han convertido tales tácticas en estrategias globales: los adultos dedican enormes cantidades de tiempo, energía, alimento, y dinero a la tarea de educar a sus niños. La inteligencia es una consecuencia de esta estrategia brillantemente exitosa, y una causa.

El Decano estaría bien aconsejado a tomar en cuenta este vínculo entre la vida familiar y la inteligencia. Él está tratando de educar a los monos por la vía directa (R... O... C... A...) pero todo lo que ellos tienen en sus diminutas mentes es S-E-X-O. Algunos maestros de escuela pueden ser simpáticos... pero si sólo se diera cuenta de que el impulso sexual es el mayor factor en la vida familiar humanoide, y que la vida familiar engendra inteligencia...

Los bonobos son el modelo perfecto de esos monos locos por el sexo del Decano. Son extremadamente promiscuos, haciendo uso del sexo donde nosotros nos contentaríamos con una sonrisa y un caballeroso apretón de manos. Las hembras bonobo tienen sexo serial con docenas de machos, o con hembras, casi de pasada; los machos hacen lo mismo. Los adultos también realizan actividades sexuales con niños. Todo parece muy casual. Ayuda a la unión de la tribu. Para ellos, parece funcionar bien.

Los chimpancés ordinarios son promiscuos para los estándares de la moralidad humana ortodoxa, aunque probablemente no más que cualquiera de los humanos. Pares de macho y hembras desaparecen juntos por unos días, y forman nuevas asociaciones... Los humanos generalmente se unen por toda la vida (un término que significa 'hasta que nos hartemos') y una razón es la enorme cantidad de esfuerzo que una pareja humana debe poner en la crianza de los niños. El sexo sirve para consolidar la relación paternal, animando a que cada padre confíe en el otro. Esto puede ser el por qué, aún en una edad de presunta relajación sexual, la mayor parte de las personas ve las aventuras extramaritales como una forma de traición- y por qué, a pesar de eso, la pareja desertora, muy a menudo, no es permitida de regreso en la familia.

No es sorprendente que tengamos el sexo en el cerebro: nuestro cerebro ha sido moldeado por el sexo. El Decano debería dejar que el sexo siga su curso, ya que es seguro que la inteligencia vendrá... Solamente tiene que pensar en escala de Tiempo Profundo. No hay apuro.

TREINTA Y NUEVE

OOK: ODISEA ESPACIAL

RINCEWIND ESTABA SENTADO EN UN RINCÓN del edificio de Magia de Alta Energía. Por el momento estaba desierto. Se había dado noticias de que el Proyecto sería realmente terminado esta vez, y los hechiceros se habían ido a almorzar.

El mundo redondo daba vueltas en su globo protector y también, por medio de una física que solamente los hechiceros podían comprender, en un espacio que era infinito solamente por dentro.

—Pobre viejo lugar apestoso —dijo, al mundo en general—. Nunca tuviste una oportunidad, ¿verdad?

—Ook.

Se escuchó un pequeño gruñido desde el otro lado de la enorme habitación. Rincewind dio una vuelta y encontró al Bibliotecario espiando dentro del omniscopio.

—Oh, ahora tienen varas —dijo Rincewind, mirando a un grupo de monos andrajosos—. Y mucho bien les hará también.

—¿Ook?

—Los lagartos tenían conchas afiladas en sus extremidades, ¿y están ellos por acá ahora? No lo creo. Y los cangrejos lo estaban haciendo bien. Incluso los globitos estaban tratando de hacer que las cosas mejoraran. Había alguna cantidad de cosas que parecían prometedoras. No importa. Un invierno que la nieve no se derrite, lo siguiente es que tienes un muro de dos millas de hielo aplastándote contra las rocas. O hay una graciosa luz en el cielo y entonces estás tratando de respirar agua ardiente —Sacudió la cabeza abatido—. Buen lugar, sin embargo. Buenos colores. Particularmente buenos horizontes una vez que te acostumbras a ellos. Montones de monotonía moteada con cortos periodos de muerte.

—¿Ook? —dijo el Bibliotecario.

—Bueno, tal vez ellos se parecen a ti un poco —dijo Rincewind—. La mayoría de los lagartos se parecía un poco al Tesorero. Tal vez sea sólo coincidencia. Todo se tiene que parecer a algo, después de todo. Tanto arriba como abajo.

En el omniscopio, a cierta distancia detrás del clan de monos, algo

delgado y poderoso los estaba arrastrando por el pasto alto.

—¡Eeek!

El Bibliotecario golpeó la mesa.

—Lo siento. Eso no es cosa mía. 'Vive y deja vivir', ya sabes, siempre ha sido mi *lema*. Bueno, 'déjame vivir', realmente, pero es casi lo mismo.

Con las manos agitándose sobre la cabeza, y eso solamente sucedía cuando estaba en verdadero apuro, el Bibliotecario salió corriendo de la habitación.

Rincewind le alcanzó cuando entraba en el edificio principal, y trotó detrás de él mientras el mono se abría camino a través de regiones menos saludables de la Universidad, el reino de los armarios de las escobas, viejos almacenes y estudios de los miembros menores del profesorado. Aún utilizando todos los atajos, todavía llevaba tiempo llegar hasta la oficina del Egregio Profesor de Geografía Cruel y Desusada, con el nombre de Rincewind escrito con tiza.

El orangután cerró la puerta de un golpe y caminó sobre los nudillos decididamente hacia una gran pila de cajas.

—Er... esa es la colección de rocas —dijo Rincewind—. Las estaba clasificando... er... pertenecen a la Universidad, realmente no creo que debas estar lanzándolas así...

—¡Ook!

El Bibliotecario se enderezó, sosteniendo un par de grandes rocas que Rincewind había reconocido como rocas nodulosas, agudas, frágiles y poco amistosas.

—Er... ¿por qué estás...? —comenzó Rincewind.

El Bibliotecario cruzó hasta el Equipaje y le dio una patada. La tapa se abrió obedientemente y las rocas fueron arrojadas dentro. El mono regresó por más.

—Er... —dijo Rincewind, pero dejó de hacerlo. Parecía no ser el momento de oponer objeciones.

Tuvo que correr detrás del Bibliotecario y del Equipaje todo el camino de regreso al edificio de Magia de Alta Energía. En el momento de llegar, el mono estaba aporreando pesadamente uno de los teclados de HEX.

Rincewind lo intentó de nuevo.

—Er... ¿no deberías...?

Fue interrumpido por el traqueteo del dispositivo de escritura.

Escribió: +++ Nuevo Conjunto De Parámetros Aceptado +++

En el extremo alejado de la habitación, donde el traje de virtualmente allí se sacudía en el límite de la no-existencia, una forma cambiaba. Los

hombros se ampliaban. Los brazos se hacían más largos. Las piernas se acortaban...

+++ Ajuste Completado. En Ti Se Ve Bien +++

Rincewind retrocedió mientras el Bibliotecario, con una gran piedra nodular en cada brazo, entró en el círculo mágico y comenzó a temblar mientras el traje lo rodeaba.

—No irás a *interferir*, ¿verdad? —dijo Rincewind.

—¿Ook?

—No, no, eso está bien, no hay problema —dijo Rincewind. Nunca es bueno discutir con un mono que tiene una roca en la mano—. Es tiempo que alguien lo hiciera.

El bibliotecario parpadeó y se convirtió en un fantasma en el aire.

Rincewind se quedó solo en la habitación vacía, silbando nervioso. En su cavidad, HEX comenzó a titilar, como siempre hacía cuando estaba tratando de interactuar con el proyecto.

—¡Maldición! —dijo al fin Rincewind, caminando hasta los trajes—. Estoy *seguro* que lo arruinará...

Un relámpago cruzó el cielo nocturno, volviéndolo púrpura y rosa.

Por encima del pequeño hueco en el acantilado, donde se apiñaba y temblaba la tribu, una sombra negra y lustrosa se movía como extensión de la noche. No tenía apuro. La cena no iba a ningún lugar. Cuando el relámpago se apagó sus ojos aún brillaron por un rato.

Algo agarró su cola. Dio la vuelta, gruñendo, y un puño al final de un brazo muy largo le golpeó en medio de los ojos, quitándolo del saliente.

Aterrizó pesadamente sobre el suelo, se sacudió un momento, y se quedó quieta.

La multitud de monos se dispersó por las rocas, aullando, y entonces se detuvieron para mirar hacia atrás.

El gran gato no se movía.

Otro relámpago en el cielo golpeó el suelo y un árbol seco explotó en llamas. Contra la corona violeta de la tormenta, roja por la luz del árbol incendiado, una enorme figura se puso de pie, sosteniendo una piedra con cada brazo.

Como dijo Rincewind, era una visión que imposible de olvidar.

* * *

Rincewind no podía comer aquí. Bueno, no de la manera definitiva y

habitual. Pensó que probablemente podía manipular trozos de alimento dentro de su boca, pero ya que el alimento permanecería en un universo diferente que este, tenía temor de que cayera a través de sí, para embarazo general y desconcierto de los espectadores.

Además, sentía que no le gustaba el leopardo asado.

El Bibliotecario había estado trabajando frenéticamente. Había convertido el área en campo de botas para personas que estuvieran escasamente erguidas y que no supieran qué hacer con unas botas. Los hombres-mono le habían tomado cariño al fuego rápidamente, después de unos intentos desorientados de comerlo o de tener sexo con él, y varios habían progresado prendiéndose fuego ellos mismos.

También aprendieron a cocinar, inicialmente unos a los otros.

Rincewind suspiró. Había visto especies llegar, e irse, y esta podía haber sido puesta en el mundo con valor de entretenimiento. Tenían el mismo apego a la vida que los payasos, con el mismo toque de alegría malintencionada.

El Bibliotecario había progresado en las lecciones de frotar pedernales, utilizando los que había traído en el Equipaje. Habían pescado la idea de golpear rocas contra rocas, o cualquier otra cosa en cambio. Los bordes afilados los intrigaban.

Finalmente, Rincewind llegó hasta el Bibliotecario y le tocó el hombro.

—Hemos estado aquí todo el día —dijo—. Es mejor que regresemos.

El orangután asintió y se levantó.

—Ook.

—¿Crees que funcionará?

—¡Ook!

Rincewind volvió la mirada hacia los hombres-mono. Uno de ellos estaba golpeando el cuerpo del gato otra vez.

—¿De veras? Pero son sólo como... loros peludos.

—Eek ook.

—Bueno... sí. Eso es cierto —Rincewind lanzó una última mirada hacia la multitud. Dos de ellos estaban peleando por la carne. Los monos ven, los monos hacen...

—Me alegro que hayas sido tú quien lo dijera —dijo.

En menos que un segundo de Mundodisco había pasado para cuando regresaron. Para cuando miraron por el omniscope, varios fuegos eran visibles en el lado nocturno del mundo.

El Bibliotecario parecía complacido.

—Ook —dijo.

El progreso significa humo. Pero Rincewind no estaba completamente convencido. La mayoría de los fuegos eran bosques.

CUARENTA

EXTEL AFUERA

EL PROGRESO SIGNIFICA HUMO... Entonces, la raza humana ha hecho ciertamente un montón de progreso a lo largo de los años. ¿Cómo lo hicimos? Porque éramos *inteligentes*, porque teníamos *cerebro*. Mente. Pero otras criaturas son inteligentes -los delfines, especialmente. Y todo lo que ellas parecen hacer es disfrutar en el océano. ¿Qué tenemos nosotros que ellas no?

Muchas discusiones de la mente lo tratan como una pregunta sobre la arquitectura del cerebro. El punto de vista es que esto determina cuáles cerebros pueden hacerlo, y entonces las diferentes cosas que asociamos con mente -los difíciles problemas de la libre voluntad, conciencia e inteligencia- salen de la neurofisiología. Ése es un enfoque. El otro enfoque común es ver el problema a través del científico social o el antropólogo. Desde este punto de vista las capacidades de la mente son mucho más tomadas que 'dadas', y las preguntas principales son cómo la cultura humana construye esas capacidades de crear mentes capaces de pensar pensamientos originales, sentir emociones, tener conceptos como amor y belleza, y todo eso. Puede parecer que entre estos dos enfoques se cubre bastante territorio. Si se vinculan se tiene una respuesta completa a la pregunta de la mente.

De todos modos, la neurofisiología y la cultura no son independientes: son 'cómplices'. Por esto queremos decir que han evolucionado juntas, cada una cambiando a la otra repetidamente, y su mutua co-evolución construye los resultados impredecibles de esa interacción continuada. La visión de la cultura construyendo, y cambiando, cerebros es incompleta, porque los cerebros también construyen, y cambian a la cultura. El concepto de complicidad captura esta influencia mutua y recursiva.

Denominamos a estas capacidades internas del cerebro 'inteligencia'. Es conveniente dar un nombre similar a todas las influencias externas, culturales o de otro tipo, que afectan la evolución del cerebro -y con él, a la mente. Llamaremos a estas influencias *exteligencia*, un término que HEX ha elegido para computar de ahora en adelante. La mente no es inteligencia *más* exteligencia -su interior y su exterior, por decir. En cambio, la mente es un rizo de retroalimentación en el cual la inteligencia influye sobre la

exteligencia, la exteligencia influye sobre la inteligencia, y la combinación trasciende las capacidades de ambas.

Inteligencia es la capacidad del cerebro de procesar información. Pero inteligencia es sólo parte de lo que se necesita para hacer una mente. Y es imposible que la inteligencia evolucione en aislamiento.

La cultura es básicamente un conjunto de mentes que interactúan. Sin mentes individuales no se puede tener cultura. La inversa es tal vez menos obvia, pero igualmente verdadera: sin una cultura compartida, la mente humana no puede evolucionar. La razón es que no hay nada en el ambiente de una mente en evolución que pueda conducirla hacia su propia complejidad -que se vuelva más sofisticada- a menos que el cerebro tenga algo más sofisticado con que interactuar. Y la cosa más sofisticada con que interactuar por aquí es la mente de otras personas. De modo que la evolución de la inteligencia y de la exteligencia está entrañablemente vinculadas, y la complicidad entre ambas es inevitable.

En el mundo que nos rodea hay cosas que nosotros, u otros seres humanos, hemos creado -cosas con qué jugar un rol similar a la inteligencia pero ubicadas fuera de nosotros. Son cosas como bibliotecas, libros, y la Internet -la que desde el punto de vista de la exteligencia debería llamarse mejor 'Extranet'. El concepto de Mundodisco del 'Espacio-L' -espacio biblioteca- es similar: *es todo una sola cosa*. Estas influencias, fuentes no sólo de información sino de significado, son 'capital cultural'. Son cosas que las personas ponen en la cultura, que se instalan allí, o aún se reproducen, o interactúan de manera que los individuos no pueden controlar.

La vieja pregunta sobre inteligencia artificial: '¿Podemos crear una máquina inteligente?' veía a la máquina como un objeto con derecho propio. El problema, según las personas suponían, era conseguir una arquitectura correcta de la máquina, y entonces programar comportamientos inteligentes en ella.

Pero ese enfoque es probablemente equivocado. Por supuesto, es ciertamente concebible que la exteligencia colectiva de todos los seres humanos interactuando con esa máquina pueda ponerle mente -y en particular dotarla de inteligencia. Pero eso parece mucho más posible, a menos que usted tenga toda una comunidad de máquinas interactuando unas con otras y evolucionando, que el requisito de exteligencia también exista, entonces usted no debería ser realmente capaz de estructurar el País Hormiga de las conexiones nerviosas de la máquina de una manera tal que puedan generar una mente. De modo que la historia de la mente es una

historia sobre complicidad y emergencia. Además, la mente es una de los grandes ejemplos de complicidad.

La historia interna del desarrollo de la mente puede ser resumida como una serie de pasos en los cuales el 'jugador' clave es la célula nerviosa. Una célula nerviosa es un objeto extendido que puede enviar señales de un lugar a otro. Una vez que usted tiene células nerviosas puede tener redes de células nerviosas, y una vez que tiene las redes, entonces una enorme cantidad de cosas sucede gratuitamente. Por ejemplo, hay un área de complejidad teórica denominada 'computación emergente'. Resulta que cuando se desarrolla una red -redes elegidas al azar, redes arbitrarias, no construidas con propósitos específicos- hace cosas. Hace *algo*, lo que puede o no puede parecer significativo; hace lo que sea que haga la red, y señala rasgos emergentes. Usted descubre que aunque su arquitectura era al azar, desarrolla la capacidad de computar cosas. Lleva a cabo procesos logarítmicos (o algo cercano a procesos logarítmicos). La habilidad de hacer cálculos, computar, proponer algoritmos, parece venir *gratis* una vez que se han inventado los dispositivos que envían señales de un lugar a otro y que reaccionan a esas señales enviando nuevas señales. Si usted permite la evolución no tendrá que trabajar mucho para crear la habilidad de hacer alguna clase de procesamiento.

Una vez que ha obtenido esa facilidad, hay un paso relativamente corto a la habilidad de hacer alguna clase específica de procesamiento que sucede ser útil -que sucede ofrecer un valor de supervivencia. Todo lo que usted necesita es el procedimiento estándar de selección Darwiniano. Cualquier cosa que tiene dicha habilidad sobrevive, cualquier cosa que no la tiene, no. La habilidad de procesar información entrante de manera de extraer un rasgo interesante del mundo exterior, reaccionar a él, y por lo tanto hacer más fácil evadir al depredador o encontrar comida, es reforzada. La arquitectura interna del cerebro viene de un espacio de fase de posibles estructuras, y la evolución selecciona dentro de ese espacio de fase. Ponga las dos juntas y podrán evolucionar estructuras en el cerebro que tengan funciones específicas. Los entornos del cerebro ciertamente influyen en el desarrollo del cerebro.

¿Tienen mente los animales? La tienen hasta cierto punto, dependiendo del animal. Aún los animales simples pueden tener habilidades mentales sorprendentes. Uno de los más sorprendentes es una graciosa criatura llamada camarón mantis.

Es como un camarón de los que usted pone en un emparedado y se lo

come, excepto que tiene unas 5 pulgadas (12 cm) de largo y es más complejo. Se puede mantener un camarón mantis en un tanque, como parte de una ecología marina en miniatura. Si lo hace, encontrará que el camarón mantis causa estragos. Tienden a destruir cosas -pero también construyen cosas. Una de las cosas que aman construir son túneles, donde viven. El camarón mantis es un poco como un arquitecto, y decora el frente de su túnel con trozos de cosas -especialmente trozos de cosas que acaban de matar. Trofeos de caza. No le gusta tener sólo un túnel -se ha descubierto que si hay un túnel con una entrada, es más conocido como una 'trampa'. De modo que le gusta tener una entrada posterior también -y más. Cuando haya estado en el tanque por dos meses, habrá acribillado todo el tanque con túneles, y encontrará su cabeza en el extremo de uno o del otro, sin verlo cruzar.

Hace años, Jack solía tener un camarón mantis llamado Douglas.⁶⁴ Jack y sus estudiantes descubrieron que podían ponerle acertijos a Douglas. Le ofrecerían camarones para comer y él tendría que salir y tomar los camarones. Entonces ellos pondrían los camarones dentro de un recipiente de plástico con tapa y después de un rato Douglas querría levantar la tapa y comerse los camarones. Y entonces ellos le pondrían una banda elástica alrededor del recipiente para sujetar la tapa, y Douglas aprendería a quitar la banda y abrir el recipiente y comerse los camarones. Y después de un rato si le ponían un camarón suelto, podrían ver al camarón mantis salir y con enojo decir: 'Ellos no me han puesto un acertijo, eso no es gracioso, ¡no quiero jugar este juego!'. Y le echaría una larga mirada al camarón y se volvería a meter en su túnel sin tomarlo.

Aunque podemos pensar que no hay manera de *probarlo*, todos tienen la fuerte impresión de que el camarón estaba desarrollando un poco de mente. Su cerebro tenía el potencial para hacerlo, y los humanos le habían provisto de la clase de contexto que le ayudaría a desarrollar ese potencial. Los camarones mantis salvajes no salen a jugar con bandas elásticas, porque no son parte de su ambiente, pero si se les da esa clase de estímulo, se los cambia. Porque nosotros *tenemos* mente, también tenemos la capacidad de crear pequeños trozos de mente en montones de otras criaturas.

La mente es un *proceso*, o una red de procesos, que se lleva a cabo

⁶⁴ Había un programa de televisión denominado *The Magic Roundabout*. Uno de los personajes era un perro llamado Douglas, que se parecía un poco a un cepillo. Los camarones tienen la misma forma, aunque sin pelo. (Nota de los autores)

dentro del cerebro. Necesita cierta cantidad de interacción con otras mentes en orden de llegar a cualquier lugar. No hay un rizo de retroalimentación evolutivo que pueda entrenar a una mente incipiente y hacerla desarrollar *a menos* que esté yendo hacia algún lugar. Entonces, ¿dónde sucede dicho rizo? Los seres humanos son parte de un sistema reproductivo -hay muchos de nosotros y seguimos criando nuevos. En consecuencia, una gran parte del ambiente de cualquier ser humano es otro ser humano. De muchas maneras, esta es la parte más importante de nuestro ambiente, la parte a la que respondemos más profundamente. Tenemos toda clase de sistemas culturales, tal como educación, que se aprovechan de este rasgo de nuestro ambiente para desarrollar la clase de mente que encaja con la cultura existente y ayuda a propagarla. De modo que el contexto para una mente individual, mientras evoluciona, no es esa mente -es un montón de otras mentes. Hay un rizo de retroalimentación cómplice entre el conjunto completo de mentes, y la de cada individuo.

Los seres humanos han llevado este proceso a tal extremo que parte de ese rizo de retroalimentación ha escapado a nuestro control y está ahora fuera de nosotros. En cierto sentido, es una mente por sí mismo. Es exteligencia, y no podemos hacer nada sin ella. Mucho de lo que nos hace humanos *no* está pasado genéticamente -está pasado culturalmente. Es pasado a través de la tribu, a través de rituales, por cosas que vinculan de cerebro a cerebro, de mente a mente. La genética puede hacerlo posible, puede hacer a un ser humano mejor o peor en eso que otros, pero los genes realmente no codifican la información que pasa. Este proceso es el 'Equipo-de-Hacer-un-Ser-Humano'. Cada cultura ha diseñado una técnica para poner dentro de las mentes de la generación siguiente lo que hará que ellos lo pongan dentro de las mentes de la generación posterior -un sistema recursivo que mantiene a la cultura en funcionamiento. Mentir-a-niños es un rasgo prominente.

Al hacer esto hoy nos estamos metiendo en problemas, porque las culturas al viejo estilo tribal, incluso culturas nacionales, se están entremezclando con una cultura internacional. Esto conduce hacia enfrentamientos entre lo que solían ser culturas separadas, desencadenando su ruptura. Si va a cualquier ciudad del mundo verá avisos de Coca-Cola. El comercio global ha puesto cosas en varias culturas que son diferentes de lo que habrían desarrollado por sus propios medios. Coca-Cola no tiene una enorme influencia en el Equipo-de-Hacer-un-Ser-Humano, de modo que es aceptable en la mayoría de las culturas. En general, no se encuentran fundamentalistas religiosos quejándose por la existencia de embotelladoras

de Coca-Cola en sus países (bueno, algunos lo hacen, pero sólo como una manera de decir '¡USA vete a casa!') De todos modos, si alguna cadena de comida rápida en países islámicos o judíos estuviera tratando de vender hamburguesas de puerco, habría montones de protestas.

La exteligencia se ha vuelto tan poderosa y tan influyente que en nuestros días la cultura de una generación puede ser radicalmente diferente de la cultura de la generación previa. Los inmigrantes de segunda generación algunas veces tienen un problema aún peor, la ruptura cultural. Han crecido en su 'nuevo' país, y han absorbido cómo funciona esa cultura. Hablan la lengua con más fluencia de lo que sus padres podrán, pero aún tienen que *complacer* a sus padres. Cuando están en casa tienen que comportarse a la manera de la cultura original. Pero cuando están en la escuela, tienen que vivir en la nueva cultura. Esto les hace sentir marcadamente incómodos, y puede romperse el rizo de retroalimentación. Una vez que el rizo se ha roto, partes de la cultura dejan de ser transmitidas a la siguiente generación: se caen del Equipo-de-Hacer-un-Ser-Humano.

En este sentido, la exteligencia está fuera de nuestro control. Escapó de nuestro control cuando se volvió reproductiva: la exteligencia utilizada para copiar (trozos de) exteligencia.

El paso clave fue la invención de la imprenta. Antes del lenguaje escrito, la exteligencia era pasada de boca en boca. Aún vivía en la mente de las personas: era lo que sabían hombres y mujeres sabios de la tribu. Y mientras residía en la memoria humana, no podía crecer, porque una persona no puede recordar demasiado. Cuando se pudieron escribir las cosas, la exteligencia se expandió un poco, pero hay tanta como se pueda escribir a mano. Y no se puede esparcir muy rápido. Entonces mayormente se tienen cosas como los monumentos egipcios -la historia de algún rey en particular, sus grandes batallas, extractos del Libro de los Muertos...

Otra función importante pero aparentemente mundana de la escritura en la sociedad humana, son impuestos, cuentas, registros de propiedad. Esto suena aburrido comparado con la lista de batallas, pero una sociedad creciente necesita algo mejor que la memoria de un viejo para 'de quién es eso' y 'quién paga cuánto'. La lista fue un gran invento.

Con la imprenta llegó la posibilidad de diseminar la información mucho más ampliamente, y en cantidad. En unos pocos años de imprentas instaladas en Europa había cincuenta millones de libros en existencia, lo que significa más libros que personas. Imprimir era un procedimiento muy lento en esos días, pero no obstante había montones de prensas, y se podía vender cualquier cosa que se imprimiera, de modo que había muchas

presiones que animaban a los impresores a imprimir a troche y moche. Y entonces, la complicitad se instaló, porque lo que está en un trozo de papel puede volver y morderte los talones. Los gobernantes comenzaron a poner derechos constitucionales y obligaciones en papel, para proteger sus propias posiciones: una vez que está sobre el papel que un rey tiene ciertos derechos y obligaciones, entonces ese papel puede ser siempre referido más tarde, y utilizado como argumento.

Pero de lo que no se dieron cuenta los reyes, para comenzar, es que cuando pusieron sus derechos y obligaciones en un papel, estaban implícitamente restringiendo sus acciones. *Los ciudadanos también podían leer lo que estaba en el papel.* Podían decir si el rey estaba de repente sumiendo derechos y obligaciones que *no* estaban en el papel. El gran efecto de la ley sobre la sociedad humana comenzó a cambiar cuando se pudo escribir una ley, y cualquiera podía leer cómo era esa ley. Esto no significaba que los reyes siempre obedecieran la ley, por supuesto, pero significaba que cuando la desobedecían, todos sabían lo que estaban haciendo. Eso tuvo un gran efecto sobre la sociedad humana. Un aspecto menor es que siempre parecemos estar nerviosos por las personas que escriben cosas...

En este punto, inteligencia y exteligencia comienzan a interactuar de manera cómplice. Una vez que comienza la interacción, no hay manera de que un individuo la controle. Se pueden poner cosas en la exteligencia, pero no se puede predecir qué influencia tendrá. Lo que está allí afuera está creciendo de una manera que puede ser *mediatizada* por seres humanos, pero -por ejemplo- las personas que imprimían libros hacía tiempo que los imprimían independientemente de sus contenidos. Antes, *cualquier* cosa impresa se vendía.

Todas las palabras tienen poder. Pero la palabra impresa lo tienen más grande. Aún hoy.

Hemos hablado de la exteligencia como una sola cosa externa unificada. En algunos sentidos lo es, pero lo que es realmente importante es la vinculación entre la exteligencia y el individuo. Éste es un rizo de retroalimentación muy personal: encontramos selecciones de exteligencia a través de *nuestros* padres, de los libros que *nosotros* leemos, de los profesores que *nos* enseñan, y todo así. Así es cómo trabaja el Equipo-de-hacer-un-Ser-Humano, así es por qué tenemos diversidad cultural. Si todos respondiéramos exactamente de la misma manera a la misma a la misma propuesta de exteligencia, seríamos todos iguales. Todo el sistema se volvería de repente una clase de monocultura más que de multicultura.

Actualmente, la exteligencia está atravesando un periodo de expansión masiva. Mucho más se está volviendo *posible*. Su conexión con la exteligencia solía ser muy predecible: padres, maestros, parientes, amigos, ciudad, tribu. Eso permitía prosperar a grupos de tipos particulares de subculturas, hasta cierto punto independientemente de otras subculturas, porque nunca tuvieron que *escuchar* sobre las otras. La visión de esos mundos siempre fue filtrada antes de llegar a ellos. En *Whit*, Iain Banks describe una extraña secta religiosa escocesa, y a los niños que crecen en esta secta. Aunque algunos miembros de la secta están interactuando con el mundo exterior, las únicas influencias importantes son las que están sucediendo dentro de la secta. Incluso, a final de la historia, el personaje que se había ido al mundo exterior e interactuado con él de varias maneras tenía una sola idea en mente -volverse el líder de una secta y continuar propagando la visión de la secta. El comportamiento es típico de los grupos humanos -hasta que la exteligencia interviene.

La exteligencia de hoy no tiene una sola visión de mundo, como una secta. Realmente no tiene ninguna visión de mundo. La exteligencia se está volviendo 'multiplex', un concepto introducido por el escritor de ciencia ficción Samuel R. Delany en la novela *Empire Star*. Las mentes simplex tienen la visión de un-mundo y conocen qué tiene que hacer cada uno. Las mentes complejas reconocen la existencia de diferentes visiones de mundo. Las mentes multiplex se preguntan si una visión de mundo es realmente útil en un mundo de paradigmas conflictivos, pero encuentra una manera de operar a pesar de eso.

Todo el que quiera puede ir a Internet y construir una página sobre OVNI, diciéndole a los que llegan a la página que los OVNI existen -que están en el espacio, que vienen a la Tierra, que abducen personas, que roban nuestro bebés... Hacen todas esas cosas y es absolutamente definitivo porque *está en la red*.

Un prominente astrónomo estaba dando una charla acerca de la vida en otros planetas y la posibilidad de extraterrestres. Desarrolló el caso científico de que en algún lugar en la galaxia *podían* existir extraterrestres inteligentes. En ese punto, un miembro de la audiencia levantó la mano y dijo, '*Sabemos* que existen: está en Internet'.

Por otro lado, se puede acceder a otra página en Internet y obtener un punto de vista completamente diferente. En Internet está, o al menos puede ser representada, la completa diversidad de visiones. Es bastante democrática; las visiones de los estúpidos y crédulos tienen el mismo peso que las de los que pueden leer sin mover los labios. Si se piensa que el

Holocausto realmente no sucedió, y se puede gritar bastante fuerte, y se puede diseñar una buena página web, entonces se puede estar allí a los puñetazos con otras personas que creen que la historia registrada tiene alguna clase de conexión con la realidad.

Tenemos que poder con la multiplejidad. Estamos forcejeando con el problema ahora mismo: es por eso que las políticas se han vuelto repentinamente más complicadas que lo que solían ser. Las respuestas cambiarán dentro de poco, pero una cosa parece clara: el rígido fundamentalismo cultural no nos lleva a ningún lugar.

CUARENTA Y UNO

EL GEMIDO CONTINÚA

LA EXTELIGENCIA FLORECIÓ, más rápidamente que lo que HEX pudo crear espacio adicional en el cual contenerla. Alcanzó los mares y se esparció a través de los continentes, abandonó la superficie del mundo, tejió redes a través de los cielos, alcanzó la luna... y fue más allá, mientras la inteligencia buscaba cosas en las que ser inteligente.

La exteligencia aprendió. Entre varias otras cosas, aprendió a tener temor.

El MAE se llenó otra vez mientras los hechiceros regresaban, tambaleantes, del almuerzo.

—Ah, Rincewind —dijo el ArchiCanciller—. Estamos buscando un voluntario para que vaya hasta la cancha de squash y corte el reactor, y te hemos encontrado. Bien hecho.

—¿Es peligroso? —dijo Rincewind.

—Eso depende de cómo defines peligroso —dijo Ridículo.

—Er... posible de causar dolor y una inminente cesación de respiración —sugirió Rincewind—. Un alto riesgo de agonía, un posible déficit de brazos y piernas, una ausencia terminal de aliento...

Ridículo y Caviloso juntaron cabezas. Rincewind les escuchó susurrar. Entonces el ArchiCanciller se volvió, brillante.

—Hemos decidido inventar una nueva definición —dijo—. Es, 'no es tan peligroso como varias otras cosas'. Perdona, por favor... —se inclinó hacia Caviloso y susurró con urgencia en su oído—. Corrección, 'no tan peligroso como *algunas* otras cosas'. Así. Creo que está claro.

—Bueno, *sí*, ¿quiere decir... no tan peligroso como algunas de las cosas más peligrosas en el universo?

—Sí, eso es. Y entre ellas, Rincewind, estaría tu negación a ir —El ArchiCanciller caminó hasta el omniscopio—. Oh, otra edad de hielo —continuó—. Bueno, eso es una sorpresa.

Rincewind miró al Bibliotecario, quien se encogió de hombros. Allí abajo debían haber pasado solamente unos pocos cientos de miles de años. Los monos nunca sabrían qué les había golpeado.

Se escuchó un prolongado traqueteo desde la máquina de escritura de HEX. Caviloso se acercó a leer.

—Er... ¿ArchiCanciller? HEX dice que ha encontrado inteligencia avanzada sobre el planeta.

—¿Vida inteligente? ¿Allí abajo? ¡Pero si el lugar es otra vez una bola de nieve!

—Er... no vida, señor. No exactamente.

—Termina ya, ¿qué es? —dijo el Decano.

Había un anillo delgado como un hilo alrededor del mundo. A distancias regulares había diminutas motas, como cuentas, y desde *ellas* líneas diminutas descendían hacia la superficie.

También lo hicieron los hechiceros.

El viento aullaba a través de la tundra. El hielo estaba a sólo unas pocas millas, aún aquí en el ecuador.

Los hechiceros aparecieron y miraron a su alrededor.

—¿Qué *demonios* sucedió aquí? —dijo Ridículo.

El paisaje era una mezcla de huellas y hoyos. Los caminos eran visibles donde habían pasado por la nieve, y había ruinas de lo sólo podían haber sido edificios. Pero la mitad del horizonte estaba lleno con lo que parecía ser una versión desmesurada de uno de los gigantescos mariscos propuestos por el Profesor en Runas Recientes. Debía tener varias millas de ancho en la base y se extendía hacia arriba más allá del límite de la visión.

—¿Alguno de ustedes ha hecho esto? —dijo acusadoramente Ridículo.

—Oh, *vamos* —dijo el Decano—. Ni siquiera sabemos qué es esto.

Más allá de la confusión de los caminos destrozados, la nieve soplaba a través de profundas zanjas cavadas en el suelo. La desolación reinaba.

Caviloso señaló hacia la enorme pirámide.

—Lo que sea que estamos buscando, está allí adentro —dijo.

La primera cosa que notaron los hechiceros fue un gemido lúgubre. Iba y venía de manera regular, sí-no, sí-no, y parecía llenar toda la estructura.

Los hechiceros se adelantaron, haciendo que HEX les moviera ocasionalmente a diferentes lugares. Nada, estuvieron de acuerdo, tenía mucho sentido. El edificio estaba mayormente lleno de caminos y muelles de carga, salpicados con columnas gigantescas. También crujía como un viejo galeón. Podían escuchar los crujidos, haciendo eco por arriba. Ocasionalmente, el suelo temblaba.

Estaba claro que las cosas importantes sucedían en el centro. Había

tubos, de cientos de pies de altura. Los hechiceros reconocieron las grúas pero no pudieron reconocer las enormes máquinas de propósito desconocido. Cables gruesos como una casa se elevaban hacia la oscuridad superior.

La helada titilaba en todo.

Y el gemido continuaba.

—Miren —dijo Caviloso.

Palabras en rojo se prendían y apagaban arriba en el aire.

—‘A-L-A-A-M’ —deletreó el Decano—. Me pregunto por qué está haciendo eso. Parecen haber inventado la magia, quien quiera que sean. Lograr letras parpadeando así es bastante difícil de hacer.

Caviloso desapareció por un momento y entonces regresó.

—HEX siente que esto es una sala de espera —dijo—. Er... ya saben... para elevar las cosas a otro nivel.

—¿Para ir a dónde? —dijo Ridículo.

—Er... arriba, señor. Hasta ese... collar alrededor del mundo. HEX ha estado hablando con la inteligencia de aquí. Es una especie de HEX, señor. Y está casi muerta.

—Es una vergüenza —dijo Ridículo. Sorbió—. Entonces, ¿dónde se ha ido todo el mundo?

—Er... ellos hicieron enormes... una especie... de bolas de metal para vivir dentro. Sé que suena estúpido, señor. Pero se han ido. Por causa del hielo. Y hubo un cometa, también. No muy grande. Pero atemorizó a todos. Ellos construyeron las... cosas como judías, y entonces... er... sacaron metal de las rocas que flotaban, y... se fueron.

—¿A dónde se fueron?

—La... inteligencia no está segura. Lo ha olvidado. Dice que se ha olvidado de muchas cosas.

—Oh, ¿entiendo? —dijo el Decano, quien estaba tratando de seguir esto—. ¿Todo mundo se trepó en una enorme judía?

—Er... en algo así, Decano —dijo Caviloso con vos diplomática—. Como una forma de decirlo.

—Ciertamente desordenaron el lugar antes de irse —dijo Ridículo.

Rincewind había estado observando una rata que correteaba entre los escombros, pero esas palabras entraron e hicieron explosión en su cabeza.

—¿Desordenaron? —gruñó—. ¿Cómo?

—¿Qué dijiste? —dijo Ridículo.

—¿Han visto el informe del tiempo para este mundo? —dijo Rincewind agitando las manos en el aire—. Dos millas de hielo, seguidas por una ligera

lluvia de rocas, con ráfagas de niebla asfixiante para los próximos mil años. Habrá un amplio vulcanismo mientras medio continente se cubre de magma, seguido por un periodo de surgimiento de montañas. Y eso es *normal*.

—Sí, bueno...

—Oh, sí, hay algunos periodos tranquilos, todo se asienta, y entonces... ¡whammmmmm!

—No hay necesidad de excitarte tanto...

—¡Ya estuve allí! —dijo Rincewind—. ¡Así es cómo este lugar *funciona*! Y ahora, por favor, ustedes me dicen cómo, quiero decir *cómo*, algo viviente pudo *posiblemente* haber desordenado este mundo. Quiero decir, comparado con lo que sucede de todos modos —Hizo una pausa, y tragó aire—. Quiero decir, no me malinterpreten, si llegan en el momento correcto, sí, seguro, es un mundo grandioso para vacaciones, diez mil años, aún unos millones si tienen suerte con el clima, pero, por dios, no es una propuesta seria para nada a largo plazo. Es un lugar fantástico para crecer, pero no querrían *vivir* aquí. Si algo se ha marchado, la mejor suerte para ellos.

Movió un dedo hacia la rata, que los estaba observando sospechosamente. Por debajo de ellos, el suelo tembló otra vez.

—¿La ven? —dijo—. *Sabemos* qué sucederá. En un millón de años, o algo así, sus niños estarán diciendo, wow, qué grandioso mundo hizo la Gran Rata para nosotros. O será el regreso de los mariscos, ¡o de algo que aún está dando vueltas por debajo del mar y de lo que no sabemos todavía! ¡Aquí no hay *futuro*! No, eso está mal... Quiero decir que siempre hay un futuro, pero que pertenece a alguien más. ¿Saben de qué está hecha la creta aquí? ¡La verdadera *roca* está hecha de animales muertos! Había alguna...

Aún en su estado de sobreexcitación, hizo una pausa. Probablemente no era buena idea recordar a las personas acerca de los monos. Una culpa, vaga y sospechosa, le estaba embargando.

—Estaban esas criaturas —dijo—, y estaban utilizando cuevas de piedra caliza. La piedra caliza está hecha de antiguos globitos, vi cuando se hacía, como nieve en el agua... ¡y esas criaturas están viviendo en los huesos de sus ancestros! ¡De veras! Este lugar... este lugar es un calidoscopio. Si lo golpeas, y esperas un momento, tienes otro bonito diseño. Y otro más. Y otro o... —se detuvo. Y se inclinó—. ¿Puedo tomar un vaso de agua, por favor?

—Eso fue... un discurso interesante —dijo Caviloso.

—Un punto de vista, ciertamente —dijo Ridículo.

Los otros hechiceros, de todos modos, habían perdido el interés. Habitualmente lo hacían, si ellos no decían los discursos.

—¿Puedo decirles algo más? —dijo Rincewind, un poco más calmado—. Este mundo es un yunque. Todo aquí está entre una roca y un lugar duro. Cada cosa simple en él es la descendencia de criaturas que han sobrevivido a cualquier cosa que el mundo les haya arrojado. Sólo espero que nunca se enfaden...

El Discutidor Mayor y el Decano se habían aproximado a un enorme cilindro. La palabra 'MAETNANS' estaba pintada en grandes letras negras sobre el costado.

—¡Hey, muchachos! —gritó el Decano—. Hay algo *hablando* aquí adentro...

El interior del cilindro trajo un faro a la memoria de los hechiceros. Había una escalera en espiral; unos armarios se alineaban contra los muros. Las luces brillaban débilmente, millones de ellas. Ciertamente, los constructores de esa cosa habían descubierto la magia.

La palabra 'A-LA-A-M' aún parpadeaba en el aire.

—Deseo que esa desdichada cosa se detenga —dijo el Discutidor Mayor. La luz se desvaneció. El sonido se detuvo.

—Probablemente han inventado demonios —dijo el Decano despreocupadamente—. Escuchen... hola.

Una agradable voz femenina dijo, 'Elevador Inestable'.

—Oh, magia —dijo rotundamente Ridículo—. Bueno, sabemos qué hacer con la magia. Queremos subir en la caja mágica, voz.

—¿Sí? —dijo Caviloso.

—Cualquier cosa será mejor que permanecer en este lugar tenebroso —dijo Ridículo—. Sería una experiencia interesante, también. Le daremos una última mirada al mundo y entonces, bueno... francamente, eso será todo.

'Inestabilidad Incrementando', dijo la voz. No parecía preocupada por la noticia.

—¿Qué dijo? —dijo el Decano—. Sonó como el nombre de un lugar.

—Muy bien, muy bien —dijo Ridículo—. ¿Podemos irnos ya?

El dibujo de las luces se movió. Entonces la voz, como si hubiera estado pensando, dijo, 'Emergencia Cancelada.

La puerta se deslizó y se cerró. El cilindro se sacudió. Poco después, comenzó una música agradable, y no le crispó los nervios a nadie por varios minutos.

La rata observó a la cosa subiendo por los cables en el centro de la pirámide.

El suelo se sacudió otra vez.

Lentamente, la red alrededor del mundo se deshizo.

Los muros de hielo había sujetado algunos de los cables al suelo, pero la inestabilidad ya estaba allí, trabajando inexorablemente como lo había hecho en las últimas semanas, convirtiendo los pequeños movimientos en grandes movimientos.

Lentamente, uno de los cables se liberó de la pirámide, brillando rojo mientras cruzaba la atmósfera, cayendo a través del cielo.

Alrededor de la curva del mundo, las otras danzaban y gruñían...

Cuando finalmente llegó el final, solamente tomó un día. Las líneas se reunieron alrededor del centro del mundo, retorciéndose incandescentes a través de cientos de millas de nieve. El collar se alejó. Algunos trozos derivaron lejos. Otros giraron suavemente hacia la superficie para impactar horas después.

Un anillo de fuego ardió por un rato alrededor del ecuador.

Y entonces regresó el frío.

Como decían los hechiceros, todo sería igual en un millón de años. Pero sería diferente mañana.

En el edificio desierto de Magia de Alta Energía, HEX giró el omniscopio hacia afuera, buscando señales de nueva vida extraña.

Encontró centros de cometas, ensartados en cables de miles de millas de largo. Había docenas de esos trenes, a muchos millones de millas del mundo helado, acelerando hacia el abismo entre las estrellas.

Las luces destellaban sobre su superficie. La exteligencia de adentro parecía estar viajando feliz.

Un cilindro amarillo se bamboleó suavemente a través de la oscuridad. Estaba vacío.

CUARENTA Y DOS

MODOS DE DEJAR NUESTRO PLANETA

EL APASIONADO DISCURSO DE RINCEWIND TIENE UN PUNTO A FAVOR. Si se cree que estuvo exagerando su caso, y que la Tierra es realmente un lugar idílico donde vivir, hay que tener en mente que él ha estado mucho más tiempo que nosotros, y que ha visto mucho de lo que nos hemos perdido, porque nosotros experimentamos el mundo en una escala de tiempo mucho menor que los hechiceros. Nosotros pensamos que el planeta es un lugar grandioso. Crecimos aquí. Fuimos hechos para él, y él es sólo para nosotros... por el momento. Se lo digamos a los dinosaurios. No podemos. Ése es el punto.

No estamos sugiriendo que vendamos todo y que comencemos a construir un bote salvavidas. Pero aún el Congreso de los Estados Unidos está comenzando a considerar cuán seguro es realmente nuestro planeta, y no es habitual que los políticos hablen de visiones a largo plazo. La visión del Shoemaker-Levy 9⁶⁵ estrellándose contra Júpiter levantó varias cejas políticas. Están en proceso esquemas tentativos para establecer un sistema defensivo contra el ingreso de cometas y asteroides. Darse cuenta con anticipación suficiente es el truco. Encontrarlos rápidamente, y un modesto cohete puede salvar nuestro pellejo planetario.

Es en cierta forma asombroso que la vida sobre la Tierra haya sobrevivido todo lo que el universo le ha arrojado. La evolución viene desde el Tiempo Pasado -apenas cuentan menos de cien millones de años. La vida es extremadamente elástica, pero no las especies individuales. Duran unos pocos millones de años y entonces se vuelven obsoletas. La vida persiste en el cambio -como una serie de capítulos inaugurales. Pero, por ser humanos, nos gustaría ver nuestra propia historia volverse al menos una de las diez primeras en el ranking de películas de acción.

Podemos estar cómodos en una cosa. Aunque en este momento no nos preocupamos demasiado por los desastres que vienen de Allá Arriba, nos

⁶⁵ En 1992 el cometa Shoemaker-Levy 9 explotó en 21 fragmentos de gran tamaño a medida que entraba en el fuerte campo gravitatorio de Júpiter. Durante una semana, en julio de 1994, los fragmentos irrumpieron bruscamente en la densa atmósfera de Júpiter a velocidades de 210.000 km/h. En el impacto, la enorme cantidad de energía cinética de los fragmentos se convirtió en calor mediante explosiones masivas, algunas de ellas visibles como bolas de fuego mayores que la Tierra.

preocupamos mucho por los desastres hogareños de Aquí Abajo: guerra nuclear, guerra biológica, calentamiento global, superpoblación, destrucción del hábitat, incendio de bosques, y todo eso. De todos modos, no hay peligro de que las acciones humanas borren el *planeta*. Comparado con lo que la naturaleza ya ha hecho, *y que volverá a hacer*, nuestras actividades apenas afectan. Un gran meteorito contiene más energía explosiva que todas las guerras humanas juntas, incluida una hipotética Tercera Guerra Mundial. Una edad de hielo cambia más el clima que el dióxido de carbono que exhala de los coches de una civilización. Para algo como las Deccan Trap... nadie querría saber *cuán* apestosa se volvería la atmósfera.

No, no podemos destruir la Tierra. *Podemos* destruirnos a nosotros mismos.

A nadie le importaría. Las cucarachas y las ratas regresarán, o en el peor de los casos, las bacterias a millas por debajo de la tierra comenzarán a escribir un nuevo capítulo inaugural en el Libro de la Vida. Alguien más lo leerá.

Si realmente merecemos el nombre de *Homo Sapiens*, al menos podemos hacer dos cosas para mejorar nuestras oportunidades. Primero, podemos aprender a manejar nuestro impacto en el ambiente. El hecho de que la naturaleza enfrente ocasionalmente a la muerte no nos ofrece una excusa para imitarla. *Nosotros* inventamos la ética. Nuestro ambiente está suficientemente golpeado por diferentes fuerzas y lo último que necesita es una humanidad poniéndole palos en la rueda. Al nivel más egoísta, deberíamos estar comprando algo de tiempo para nosotros.

Podríamos utilizar ese tiempo para poner algunos huevos en otra canasta.

Uno de los grandes sueños de la humanidad ha sido visitar otros mundos. Se está comenzando a ver como si esta idea fuera muy buena -no sólo por diversión y provecho, sino para sobrevivir.

Sería mejor decir en este momento que nada de esto es ciencia ficción. O, al menos, sí, es ciencia ficción, es la médula de la ciencia ficción, porque algunos de los mejores escritores de ciencia ficción (no se puede ver su obra en TV) se han estado ocupando de esto por varias décadas. Pero eso no significa que no sea *real*. Las edades de hielo suceden. Enormes rocas vienen aullando desde el cielo, y se necesita algo más que a Bruce Willis en el Trasmundo Espacial como si fuera el Halcón Milenario para detenerlas.

Nuestra urgencia en explorar el universo puede ser otro caso de curiosidad del mono, pero parece ser un profundo impulso el que nos urge a encontrar nuevas tierras que habitar y nuevos mundos que conquistar. Tal

vez hay un impulso interior a esparcirnos -un leopardo no puede comerse *todo* de usted si usted se esparce.

Es una urgencia que nos ha lanzado hacia todos los rincones y grietas de nuestro propio planeta, desde los glaciares del Ártico hasta los desiertos de Namibia, desde las profundidades de las Fosas Marianas hasta la cumbre del Everest. La mayoría de nosotros se inclina hacia la visión de Rincewind de un estilo de vida confortable y muchos prefieren quedarse en casa, pero unos pocos son demasiado incansables para estar felices en cualquier lugar por mucho tiempo. La combinación es poderosa, y ha conformado a nuestra especie como algo desusado, con capacidades colectivas más allá de la comprensión de cualquier individuo. No siempre podemos utilizar esa combinación *sabiamente*, pero sin ella todo estaría perdido. Y nos ofrece una real oportunidad.

Incluso un sueño puede obrar milagros. Cuando Colón (re)descubrió América, y Europa averiguó que existía, estaba buscando una nueva ruta hacia las Indias. Se había convencido -sobre bases totalmente falsas para los eruditos de ese tiempo- que la Tierra era considerablemente menor que lo que se pensaba generalmente. Él calculó que un viaje relativamente corto hacia el oeste, desde África, le llevarían a Japón y la India. Los eruditos tenían razón, Colón estaba equivocado -pero es a Colón a quien recordamos, porque hizo más pequeño al mundo. Tuvo el coraje de hacer velas hacia un océano vacío, sostenido solamente por la creencia de que había algo importante del otro lado.

Al menos nosotros podemos ver dónde deberíamos ir. Colón tuvo que apoyarse en un presentimiento.

Apolo 11 fue el primer método práctico de salir bien de la gravedad de la Tierra en conjunto. Con esto no queremos significar que la atracción gravitacional se vuelve cero si uno se aleja lo suficiente, lo cual es un error común: decimos que si se tiene la suficiente velocidad, entonces la atracción gravitacional de la Tierra nunca nos hará regresar. La mecánica celeste opera en el espacio fase de distancia y velocidad, su 'escenario' involucra tanto velocidades como longitudes. Sólo cuando comprendimos lo suficiente acerca de la gravedad y la dinámica para apreciar este punto, tuvimos una oportunidad de hacer que tecnología como la del Apolo funcionara.

Se puede ver esto claramente en anteriores sugerencias, que eran imaginativas -de una manera prosaica- pero fantásticas y poco prácticas, al menos en Mundoglobo. En 1648, el obispo John Wilkins hizo una lista de las cuatro maneras posibles de dejar la tierra: conseguir la ayuda de espíritus o

ángeles, ser levantado por aves, pegar alas al cuerpo, o construir un carro volador. Si quisiéramos ser comprensivos, podríamos interpretar las dos últimas como aviones y cohetes, pero Wilkins estaba claramente conciente de que la atmósfera de la Tierra no se extendía todo el camino hasta la Luna. Un grabado del siglo XVI de Hans Schaufelein muestra a Alejandro el Grande llevado al espacio por dos grifos -mejora poco evidente. Bernard Zamagna concibió un bote aéreo, y otros sugirieron el uso de globos.

Cada era fantaseó con la tecnología que ya existía. En *Desde la Tierra a la Luna*, de Jules Verne, de 1865, el viaje era consumado por el disparo de una cápsula espacial por un enorme cañón en Florida; su secuela de 1870, *Alrededor de la Luna*, involucraba una serie de dichas cápsulas, formando un tren espacial. Verne hizo bien en elegir Florida -sabía que el giro de la Tierra produce fuerza centrífuga, la que ayuda a la cápsula a dejar el planeta más fácilmente, y sabía que esa fuerza era mayor en el ecuador. Ya que los protagonistas en este libro eran americanos, Florida era la mejor apuesta. Cuando la NASA comenzó a lanzar cohetes, fue por la misma conclusión, y las instalaciones espaciales de Cabo Cañaveral nacieron.

Los grandes cañones tienen deficiencias, como la tendencia a aplastar pasajeros contra el piso por la rápida aceleración, pero la moderna tecnología hace posible evitar esto aplicando la aceleración gradualmente. Los cohetes son más prácticos desde el punto de vista de la ingeniería. En 1926, Robert Goddard inventó el combustible líquido para cohetes. El primero se levantó hasta la vertiginosa altura de 40 pies (12,5 m). Los cohetes han hecho un largo camino desde entonces, llevando hombres a la Luna e instrumentos hasta los confines del sistema solar. Y son cohetes mucho mejores. Aun así, hay algo... poco elegante en la manera en que salen del planeta en gigante desperdicio de fuegos artificiales.

Hasta hace muy poco, hubo una suposición general de que la energía para llegar al espacio tenía que ser llevada en la nave. De todos modos, ya tenemos el comienzo de una manera de salir de la Tierra que mantiene a la fuente de energía firmemente en el suelo. Es la propulsión láser, en la cual un poderoso rayo de luz coherente es apuntado hacia un objeto sólido y literalmente lo empuja hacia adelante. Consume mucha energía, pero los prototipos inventados por Leik Myrabo ya han sido probados en las Instalaciones del Sistema de Pruebas de Alta Energía Láser, en White Sands. En noviembre de 1997, un pequeño proyectil llegó a una altura de 50 pies (15 m) en 5,5 segundos; en diciembre había sido mejorado a 60 pies (20 m) en 4,9 segundos. Esto puede no sonar impresionante, pero comparemos con el primer cohete de Goddard. El método involucra el giro del proyectil a

6.000 revoluciones por minuto para lograr estabilidad giroscópica. Entonces 20 pulsos láser por segundo son dirigidos hacia una cavidad especialmente conformada, calentando el aire debajo del objeto y creando una ola de presión de miles de atmósferas con temperaturas por encima de los 30.000°K -y eso es lo que propulsa al proyectil. A alturas mayores, el aire se vuelve más delgado, y un proyectil similar necesitaría de una fuente de combustible a bordo. El combustible podría ser bombeado dentro de la cavidad para ser vaporizado por el láser. Un megavatio láser podría poner un objeto de 2 libras (1 kg) en órbita.

Es también un arma muy poderosa...

Otra posibilidad es un rayo de energía. Es posible lanzar rayos de energía electromagnética desde el suelo en forma de microondas. Esto no es sólo fantasía: en 1975, Dick Dickinson y William Brown lanzaron un rayo de 30 kilovatios de energía -suficiente para treinta estufas eléctricas- a través de la distancia de una milla. James Benford y Myrabo han sugerido lanzar una nave espacial utilizando microondas de rango milimétrico que no son atenuadas por la atmósfera. Ésta es una variación de método láser y utilizaría la misma clase de proyectil.

Ambos métodos descansan sobre un montón de energía, delatando rastros de suposiciones básicas de la ingeniería que dicen que para llegar al espacio se necesita mucha energía para superar la gravedad terrestre. Tienen la ventaja de que la energía está sobre el planeta; la estación de energía de 1.000 megavatios que el lanzador láser necesitaría podría generar para la Red Nacional cuando no se realice un lanzamiento.

Un método de mayor sutileza es el de las bolas, propuesto por primera vez en los 50. Tradicionalmente, una bola es un dispositivo de cacería que ata tres pesos a cordeles y los tres extremos de los cordeles juntos. Cuando se lanzan, giran, alejando los pesos, hasta que los cordeles llegan al blanco, en cuyo punto los pesos se enroscan rápidamente y matan a la presa. El mismo tipo de dispositivo podría ser instalado en un plano vertical por encima del ecuador, como una rueda gigante con sólo tres radios. En el extremo de los radios habría cabinas presurizadas. La parte más baja del giro de las bolas estaría en algún lugar de la atmósfera baja, la más alta, en el espacio. Alguien volaría en aeroplano, sería transferido hasta la primera cabina que pasara, y sería lanzado hacia el cielo. El gran obstáculo de hacer una máquina como ésta es el cable, el que tiene que ser más fuerte que cualquier material conocido -pero la fibra de carbono es buena en la manera para combinar suficiente fortaleza con poco peso. La fricción con la atmósfera haría gradualmente más lenta la rotación de las bolas, pero eso

podría ser compensado con el uso de energía solar en el espacio.

De todos modos, el artefacto más famoso de todos es el elevador espacial. Lo discutimos en el capítulo inicial, como una idea tecnológica seria y como una metáfora: aquí damos más detalles. En esencia, el elevador espacial comienza en un satélite en órbita geosincrónica. Entonces se suelta un cable desde él hasta el suelo, y el resto es cuestión de construir una cabina adecuada y, otra vez, encontrar un material adecuado para el cable. Se pone el material arriba con los cohetes o en una enorme cascada de bolas (y una vez que se tiene el más pequeño de los cables, se pueden conseguir los materiales para uno mayor). Solamente se necesita hacer esto una vez, de modo que el costo es irrelevante a largo plazo.

Tal como enfatizamos al comienzo del libro, una vez que hay tanto tráfico bajando como subiendo, salir del suelo es esencialmente gratis y necesita cero energía. En ese punto, se puede construir la nave espacial interplanetaria en el espacio, utilizando materia prima de la Luna y del cinturón de asteroides. De modo que elevador espacial brinda un *nuevo lugar desde donde comenzar* -y es por eso que lo utilizamos como metáfora de los procesos vitales.

La idea del elevador espacial fue originada por el ingeniero de Leningrado, Y. N. Artsutanov, en 1960, en un artículo del *Pravda*. Lo denominó 'funicular celestial' y calculaba que podía poner en órbita 12.000 toneladas por día. La idea llegó a la atención de los científicos occidentales en 1966 gracias a John Isaacs, Hugh Bradner y George Backus. Estos científicos no estaban interesados en ir al espacio: eran oceanógrafos -las únicas personas interesadas seriamente en colgar cosas de largos cables. Excepto que ellos las querían colgar hacia el fondo del océano, no en el espacio. Los oceanógrafos no tomaron conciencia del trabajo del ruso, pero el adelanto de Artsutanov rápidamente fue conocido también por los científicos occidentales. El artista y astronauta Alexei Leonov publicó una pintura del elevador espacial en acción en 1967.

Es posible que ideas tan simples pero mayormente poco prácticas se les ocurran a montones de personas, pero no serán ampliamente conocidas porque no son prácticas con la tecnología actual o del futuro cercano, y eso significa que será reinventada independientemente por varias personas. En 1963, el autor de ciencia ficción Arthur C. Clarke consideraba suspender de un satélite geosincrónico otro más bajo por medio de un cable, como modo de incrementar la cantidad de satélites efectivamente sincrónicos, para propósitos de comunicación. Más tarde se dio cuenta de que el mismo método conduciría hacia el elevador espacial, una idea que desarrolló en su

novela *Las Fuentes del Paraíso*. En 1969, A. R. Collar y J. W. Glower también consideraron suspender de un satélite geosincrónico otro más bajo por medio de un cable. Y en 1975, Jerome Pearson sugirió una 'torre orbital' que era esencialmente la misma idea.

Por supuesto, se puede suspender más de un cable -una vez que se obtiene *un* elevador espacial se puede levantar hacia el espacio cualquier otra cosa que se necesite a bajo costo, de modo que ¿por qué no llegar hasta el fondo? Charles Sheffield, en *La Red Entre los Mundos*, imagina un enorme anillo de elevadores espaciales alrededor del ecuador. Esto es lo que los hechiceros habían encontrado. Irónicamente, porque la civilización humana había tenido poco tiempo para desarrollarse, en escala de tiempo evolutivo, los hechiceros nos abandonaban...

Habiendo construido el elevador espacial, se está en posición de colonizar otros mundos. El primer destino obvio es Marte. Se llega allí en una nube de naves pequeñas y producidas masivamente, y una vez que se está allí, una de las primeras cosas que hay que hacer es soltar un cable y construir un elevador espacial marciano. De todos modos, si se está en órbita, ¿por qué no tomar ventaja del hecho? Otra vez, éste es el aspecto metafórico del elevador espacial: tan pronto como uno solo exista, se abre un amplio campo de posibilidades. De todos modos, probablemente se necesite aterrizar un equipo por algún otro método en orden de construir el complejo en el extremo en el que el cable será sujeto.

Marte no es un lugar grandioso donde vivir, de modo que el siguiente paso es terraformarlo -hacerlo más parecido a la Tierra. Hay métodos razonablemente posibles con que hacerlo, detallados largamente por Kim Stanley Robinson en su serie *Marte Rojo, Marte Verde, Marte Azul*. Marte no mejora cuando llega el tiempo de choques de meteoros, pero al menos es menos posible que la colonia en Marte sea borrada al mismo tiempo que la población de la Tierra. Porque la vida es reproductiva, si una de ellas es borrada, puede ser recolonizada por la otra. Después de unos pocos siglos, apenas si se notará la diferencia. Aún así, podría ser mejor ser más ambiciosos e ir a las estrellas. Para el tiempo en que estemos listos para eso, tendremos telescopios interferométricos lo suficientemente buenos para señalar cuál de las estrellas tiene planetas adecuados, entonces, el único problema será llegar allí.

Hay muchas sugerencias, y no agregaremos una. Piense en victorianos prediciendo la vida en los 90. La dinámica de la exteligencia en emergente o, para ponerlo de otra manera, no tenemos la más leve idea de lo que

pensaremos a continuación, pero probablemente nos sorprenderá.

Una manera, si todo esto falla, es la Nave Generación -una enorme nave que puede llevar una ciudad entera de personas, que viven, se reproducen, educan y mueren durante un viaje que dura siglos. Si se hace suficientemente grande e interesante, hasta pueden perder interés en el destino. El Mundodisco es casi como una de ellas; está de viaje, los habitantes no saben a dónde va, los diseñadores le han dado un pequeño sol controlable (hasta acabar con esas apestosas fluctuaciones) y no menos de cinco criaturas de bio-ingeniería están positivamente encantadas en limpiar el espacio local de escombros intrusos...

De regreso en nuestro mundo, se puede tener una visión a realmente largo plazo y sembrar la galaxia con bacterias genéticamente manipuladas, cuidadosamente construidas de modo que cuando encuentren un planeta adecuado, eventualmente evolucionen en vida humanoide (o al menos, vida). Podríamos morir, pero tal vez nuestra flota de naves lentas y baratas siembre algunas nuevas Tierras en algún lugar.

No hay escasez de ideas. Algunas pueden ser impracticables. La galaxia nos llama. Podríamos morir al intentarlo -pero ya que de todos modos vamos a morir, ¿por qué no intentarlo?

¿Y qué encontraremos allí afuera? ¿Encontraremos una clase radicalmente diferente de elevador espacial, por ejemplo? Bueno, si hay extraterrestres que viven en estrellas de neutrones, como describe Robert L. Forward en *El Huevo del Dragón*, entonces ellos podrían escapar inclinando el eje magnético de sus mundos, convirtiéndolo en un púlsar, y navegando en su cohete de plasma. Tal vez todos esos púlsares se formaron de esa manera. Como cualquier 'elevador espacial', una vez que se ha encontrado el truco, el resto es fácil. Los habitantes de una estrella de neutrones lo averiguaron, y colonizaron todas las demás, fundando el Imperio Púlsar...

Y ya que podemos imaginar nuevas clases de elevadores espaciales físicos, seguramente habrá clases nuevas de elevadores espaciales metafóricos. No sólo extraterrestres un poco como nosotros, sino nuevas formas de vida radicalmente diferentes.

¿Qué otra cosa podría vivir sobre una estrella de neutrones?

Ellos están esperando.

CUARENTA Y TRES

SE NECESITA QUELONIUM

—ÉSE —DIJO EL DECANO— fue un asunto muy desagradable. Cosa buena que no estuviéramos realmente allí.

Rincewind estaba sentado en el extremo de una larga mesa, con la mano en la barbilla.

—¿De veras? —dijo—. ¿Pensaba que era malo? Trate de tener un cometa aterrizando sobre usted. Eso realmente vale la pena.

—Fue la música lo que realmente me sacó de *las casillas* —dijo el Discutidor Mayor.

—Oh, *bueno*, entonces buen trabajo ese planeta bola de nieve —dijo Rincewind.

—Llamo al orden a esta reunión —dijo Ridículo, golpeando la mesa—. ¿Dónde está el Tesorero?

Los hechiceros miraron alrededor del salón principal del edificio de Magia de Alta Energía.

—Le vi hace media hora —dijo el Decano, voluntarioso.

—Sin embargo, tenemos quórum —dijo Ridículo—. Veamos... el flujo mágico está casi detenido, aunque HEX informa que el universo modelo parece estar continuando con energía interna. Es asombrosa la manera en que todo ese lugar parece esforzarse para seguir existiendo. De todos modos... caballeros, el proyecto llega a su fin. Todo lo que es nos ha enseñado que no se puede sacar un mundo de trozos. Se necesita quelonium para un mundo *apropiado*. Y ciertamente se necesita narrativium, de otro modo la vida que se obtiene es un montón de capítulos inaugurales. Un cometa no es manera de terminar una historia. Hielo y fuego... eso es *muy* primitivo.

—Pobres viejos cangrejos —dijo el Discutidor Mayor.

—Adiós, lagartos —dijo el Decano.

—Hasta la vista, mi lapa —dijo el Profesor en Runas Recientes.

—¿Cuáles eran los que quedaban? —dijo Caviloso.

—Er... —dijo Rincewind.

—¿Sí? —dijo el ArchiCanciller.

—Oh, nada. Tuve un pensamiento... pero posiblemente no pueda

funcionar.

—Algunos de los osos parecían bastante brillantes —dijo Ridículo, quien naturalmente tenía predilección por formas de vida que se parecieran a él en algunas particularidades.

—Sí, sí, probablemente eran los osos —dijo Rincewind rápidamente.

—No pudimos observar todo el mundo todo el tiempo —dijo Caviloso—. Algo pudo haber evolucionado rápidamente, supongo.

—Sí, es cierto, algo probablemente evolucionó rápidamente —dijo Rincewind—. No pensaría que hubo una interferencia no autorizada, de ninguna manera.

—Buena suerte para ellos, cualquiera sea la forma que tengan —dijo Ridículo. Arregló sus papeles—. Eso es todo, entonces. No diré que no han sido unos días muy interesantes, pero la realidad nos llama. ¿Sí, Rincewind?

—¿Qué vamos a hacer con la bola de nieve... quiero decir, el mundo? —dijo Rincewind.

Como un solo hechicero, miraron hacia el mundo que giraba suavemente en su domo.

—¿Tiene alguna utilidad para nosotros, señor Stibbons? —dijo Ridículo.

—Como una curiosidad, señor.

—Esta universidad está *atestada* con curiosidades, jovencito.

—Bueno, entonces... sólo como un gran pisapapeles.

—Ah. Rincewind... tú *eres* Profesor de Geografía Cruel y Desusada, de modo que supongo que esto está *justo* en tu área...

Se escuchó un traqueteo desde la bandeja de HEX. Caviloso tiró del papel.

Decía: +++ El Proyecto Debe Ser Mantenido A Salvo +++

—Bien. Rincewind, ¿puedes ponerlo en un estante bien alto para que no sea golpeado? —dijo Ridículo, frotándose las manos.

+++ Está Ocurriendo Una Recursión +++

Ridículo parpadeaba ante el escrito.

—¿Es eso un problema?

HEX crujió. Hubo una ráfaga de actividad en los tubos de hormigas. Eventualmente el dispositivo de escritura traqueteó por algún tiempo.

Caviloso levantó el mensaje.

—Er... está dirigido a la señora Whitlow —dijo—. Er... es bastante raro.

Ridículo miró sobre su hombro.

—'No Le Quiden El Polvo' —leyó.

—Ella es un demonio con el sacudidor —dijo el Discutidor Mayor—. El Decano cierra con clavos la puerta cuando sale de su estudio.

El dispositivo de escritura volvió a traquetear.

—‘Esto Es Importante’ —leyó Caviloso.

—No hay problema, no hay problema —dijo Ridículo—. Sigamos al siguiente tema. Ah, sí. Tenemos que apagar la máquina del reactor. No, no te levantes, Rincewind. He cerrado la puerta. El interior de la cancha de squash está aún un poco no completamente a salvo, ¿es eso correcto, señor Stibbons?

—¡Muy definitivamente!

—Y por lo tanto el área dentro de ella bastante claramente cuenta como...

—Déjeme adivinar —dijo Rincewind—. Es una geografía cruel y desusada, ¿sí?

—¡Bien hecho, hombre! Y todo lo que tienes que hacer...

Un sonido que *había* estado en el límite de lo audible de repente descendió a través de la escala. Y hubo silencio.

—¿Qué fue eso? —dijo Ridículo.

—Nada —dijo Rincewind, con desusada precisión.

—Se apagó la máquina de reacción —dijo Caviloso.

—¿Por sí misma?

—No, a menos que pueda tirar de sus propias palancas, no...

Los hechiceros se apiñaron alrededor de la puerta de la vieja cancha de squash. Caviloso levantó su taumaturgímetro.

—Apenas si existe algún flujo ahora —dijo—. Es prácticamente un fondo... Retrocedan...

Abrió la puerta.

Una pareja de blancas palomas salió volando, seguidas por una bola de billar. Caviloso retiró a un lado un racimo de banderas de todas las naciones.

—Sólo una falla natural —dijo—. Oh...

El Tesorero apareció por el costado de la máquina de reacción, agitando una raqueta de squash.

—Ah, Caviloso —dijo—. ¿Te has preguntado si el Tiempo es simplemente Espacio rotado un ángulo recto?

—Er... no... —dijo Caviloso observando al hombre por señales de crisis taumatúrgica.

—Haría galletitas ciertamente muy interesantes, ¿no crees?

—Er... ¿ha estado jugando squash, señor? —dijo Caviloso.

—Sabes, estoy comenzando a creer que un contorno cerrado es un límite, hasta la parametrización, si y sólo si es homotópico a cero —dijo el

Tesorero—. Y preferentemente de color verde.

—¿No ha tocado ninguna llave, señor? —dijo Caviloso manteniendo una cuidadosa distancia.

—Esta cosa aquí hace muy difíciles algunos golpes —dijo el Tesorero, pateando la máquina de reacción—. Estuve tratando de pegarle a la pared posterior desde el último miércoles.

—Creo que es mejor si nos vamos —dijo Caviloso en un tono claro y firme—. Pronto será la hora del té. Habrá mermelada —agregó.

—Ah, la quinta forma de la materia —dijo el Tesorero brillante, siguiendo a Caviloso.

Los otros hechiceros estaban esperando justo afuera de la puerta.

—¿Está bien, él? —dijo Ridículo—. Quiero decir según los estándares generales tesoreriles, por supuesto.

—Es difícil decirlo —dijo Caviloso mientras el Tesorero se inclinaba hacia ellos—. Creo. Pero la máquina de reacción debe haber estado largando un flujo bastante alto cuando entró.

—Tal vez ninguna de las partículas de Taumaturgia lo tocó —dijo el Discutidor Mayor.

—Pero hay millones de ellas, señor, ¡y pueden pasar a través de cualquier cosa!

Ridículo palmeó la espalda del Tesorero.

—Un poco de suerte para ti, ¿eh, Tesorero?

El Tesorero pareció desconcertado por un momento, y entonces se esfumó.

CUARENTA Y CUATRO

EDÉN Y CAMELOT

ESTE LIBRO NO FUE TITULADO *La Religión de Mundodisco* por una razón, aunque -el cielo lo sabe- hay bastante materia prima. Todas las religiones son verdaderas, para un valor determinado de 'verdad'.

Las disciplinas de la ciencia, de todos modos, nos dicen que vivimos en un mundo formado desde escombros interestelares hace unos cuatro billones de años en un universo que tiene 15 billones de años (lo que es en idioma científico 'un muy largo tiempo'); que en los años subsiguientes ha sido calentado y congelado regularmente; que a pesar de, o casi *por eso*, la vida apareció rápidamente y parece volver renovada y reformada de cada golpe; y que nosotros mismos evolucionamos en este planeta y, con la velocidad de un dique roto, nos volvimos la Especie Superior en un periodo de tiempo muy corto.

Realmente, la ciencia nos dice que varias cucarachas, bacterias, grillos y aún pequeños mamíferos podrían argumentar la última afirmación, pero ya que ellos no son buenos en debatir y no pueden hablar, ¿a quién le importa lo que piensen? Especialmente ya que no pueden, ¿eh? Una cosa clave acerca de los cerebros grandes es ésta: saben que los cerebros grandes son buenos.

La mayoría de nosotros no piensa como los científicos. Pensamos como los hechiceros de Mundodisco. Todo en el Pasado estaba dirigiéndose inevitablemente hacia el Ahora, el cual es el tiempo importante.

Mientras las noticias de que la Tierra es un pequeño planeta en una aburrida región del universo se ha puesto de moda en los siglos recientes, es sólo en las últimas décadas que las palabras 'la Tierra' han comenzado a significar, para una porción significativa de la población, 'el planeta' más que 'el suelo'. Observamos los fuegos artificiales como grandes bolas de hielo cayendo en picada en la atmósfera de un planeta cercano y, aunque cualquiera de ellos hubiera puesto a la Tierra *seriamente* en problemas, el evento era sólo eso: una exhibición de fuegos artificiales. Como una vieja dama le dijo a un periodista, 'esa clase de cosas suceden en el Espacio Exterior'. Pero nosotros también estamos en el Espacio Exterior, y sería mejor tenerlo presente.

Los dinosaurios no fueron, como sugiere *Jurassic Park*, 'seleccionados para la extinción' -fueron aplastados por una roca muy grande, y/o sus efectos posteriores. Las rocas no piensan.

De hecho, los dinosaurios lo estaban haciendo bien, y simplemente habían descuidado desarrollar una armadura de tres millas de espesor. Podían aún haber evolucionado algo que hubiéramos reconocido como 'civilización temprana'; no debíamos subestimar cuánto cambia la superficie de un planeta en 65 millones de años. Pero a las rocas no les importa tampoco.

Pero aún si la roca hubiese fallado, había otras rocas, y si ellas también hubieran fallado, entonces estaríamos concientes de que el planeta tiene otros medios caseros de eliminación.

Está emergiendo evidencia que sugiere que otras extinciones fueron causadas por cambios 'naturales' pero catastróficos en la atmósfera del planeta. Se está formando un caso que indica que toda la *existencia* de vida sobre la Tierra sufrirá periódicamente una catástrofe.

A las rocas no les *importa*.

Esto probablemente no sucederá mañana. Pero un día sí. Y entonces el calidoscopio de Rincewind será sacudido para un *nuevo* diseño hermoso.

Edén y Camelot, los maravillosos mundos jardín del mito y la leyenda, está aquí *ahora*. Está tan bueno como nunca. Generalmente está mucho peor. Y no permanecerá así por mucho tiempo.

Tal vez haya elecciones. Podríamos irnos. Ya hemos hablado de eso. Se requiere un considerable optimismo. Pero podría haber otros pequeños planetas azules allá afuera... Por definición los mundos parecidos a la Tierra tendrán vida sobre ellos. Es *por eso* que son parecidos a la Tierra. Y el problema es que cuanto más parecidos a la Tierra sean, más problemático será. No hay que preocuparse por los monstruos que empuñan láseres -se les puede *hablar*, aunque sea de los láseres. El problema real es más posible que sea algo muy pero muy pequeño. En la mañana es una erupción. En la tarde las piernas explotan.⁶⁶

La otra 'elección' es quedarnos. *Podríamos* tener suerte -tendemos a tenerla. Pero no la tendremos para siempre. El promedio de vida de una especie es de cinco millones de años. Dependiendo en cómo se defina la humanidad, podemos estar cerca del promedio.

Un proyecto útil, y uno que es mucho más barato de lograr, es dejar

⁶⁶ Esta es probablemente otra mentira. Es posible que los microbios extraterrestres no nos encuentren comestibles. Y tampoco los tigres extraterrestres, aunque nos pueden hacer mucho daño si nos encuentran. Pero ciertamente un mundo extraterrestre tendrá un montón de sorpresas apesostas, si no somos cuidadosos. No podemos decirles lo que será. Será una *sorpresa*. (Nota de los autores)

una nota a los próximos ocupantes, aunque sea sólo para decir 'Estuvimos aquí'. Puede ser de interés de las futuras especies de que aunque están solas en el espacio no están solas en el Tiempo.

Podemos ya haber dejado nuestra marca. Eso depende de cuánto tiempo durarán *realmente* las cosas sobre la Luna, y si en cien millones de años alguien más siente la necesidad de ir hasta allí. Si lo hacen, pueden encontrar las etapas de descenso abandonadas de los aterrizajes Apolo Luna. Y se preguntarán que era un 'Richard Nixon'.

Cuánta más suerte tienen los habitantes de Mundodisco. Ellos *saben* que viven en un mundo hecho por personas. Con una enorme tortuga hambrienta, sin mencionar a los cuatro elefantes, los escombros interestelares se convierten en almuerzo más que en catástrofes. Las extinciones a gran escala tienen más que ver con la interferencia mágica que con rocas al azar o fluctuaciones inherentes; pueden tener el mismo efecto, pero al menos hay alguien a quien culpar.

Desafortunadamente esto reduce el campo para hacer preguntas interesantes. La mayoría de ellas ya han sido contestadas. Reglas de certidumbre. Necesitoron Ridículo no es la clase de personas que vayan a tolerar un Principio de Incertidumbre, después de todo.

De regreso en Mundoglobo, tal vez hay un punto que merezca señalarse.

Sólo suponga que no hay *nada más*. Los argumentos acerca de vida inteligente en otros mundos han sido siempre altamente parciales por los deseos de los que hacen el argumento de que debería *haber* vida inteligente en otros mundos, y nosotros tres estamos entre ellos. Pero el argumento es un castillo de naipes con ninguna en la punta. Sabemos de vida en un solo mundo. Todo lo demás es adivinanza y estadísticas desnudas. La vida puede ser tan común a través del universo que aún la atmósfera de Júpiter esté viva con bolsas de gas joviano y cada núcleo de cometa sea hogar de colonias de gotitas microscópicas. O puede no haber nada vivo, en ningún lugar, excepto acá.

Tal vez la vida inteligente surgió antes que la humanidad, y tal vez volverá cuando la humanidad se haya convertido en una capa bastante compleja en los estratos. No podemos decirlo. El tiempo no soporta, como dice el himno, a todos sus hijos -se puede ver fácilmente en la desaparición de un continente entero donde ellos estaban parados.

En pocas palabras, en un universo de un billón de Abuelos de largo y de un trillón de Abuelos de ancho, debe haber sólo unos cientos de miles de años en un planeta donde las especies se preocuparon en algo más que el

sexo, supervivencia y la siguiente comida.

Ese es *nuestro* Mundodisco. En su pequeña taza de espacio-tempo, la humanidad ha inventado dioses,⁶⁷ filosofías, sistemas éticos, política, una increíble cantidad de sabores de helados y cosas más esotéricas aún, como 'justicia natural' y 'aburrimiento'. ¿Debería importarnos si los tigres están a punto de extinción y si el último orangután muere en un zoológico? Después de todo, las fuerzas ciegas han borrado especies repetidamente que probablemente eran más hermosas y valiosas.

Pero sentimos que sí importa, porque los humanos inventamos el concepto de cosas que 'importan'. Sentimos que deberíamos ser más brillantes que una milla de roca incandescente y un glaciar del tamaño de un continente. Los humanos parecen haber creado, independientemente, en diferentes lugares y tiempos, un equipo de Hacer-Un-Ser-Humano-Real, que comienza con la prohibición de matar y robar y violar y que ahora está metiendo mano hacia nuestras responsabilidades de un mundo natural en el cual, a pesar de su capacidad de lastimarnos poderosamente, nunca tendremos un poder divino.⁶⁸

Hemos anticipado argumentos acerca de salvar los bosques porque 'puede ser que la cura no descubierta del cáncer esté allí', pero eso es porque la exteligencia quiere salvar los bosques y el argumento de la cura del cáncer podría convencer a los contadores de porotos y a los temerosos. De hecho, también podría tener bases reales, pero la razón real es que sentimos que un mundo con tigres y orangutanes y bosques y aún pequeños e inofensivos caracoles es un mundo más saludable e interesante para los humanos (y por supuesto, para los tigres, orangutanes y caracoles) y que un mundo sin ellos sería un territorio peligroso. En otras palabras, confiando en los instintos que hasta ahora nos han cuidado, pensamos que los Tigres Son Buenos (o al menos los Tigres Son Buenos en Cantidad Moderada y A Distancia Segura)

Este es un argumento circular, pero en nuestro pequeño mundo redondo y humano nos la hemos arreglado para vivir de argumentos circulares por milenios. ¿Y quién más argumentará con nosotros?

⁶⁷ Pedimos disculpas a cualquier dios *real*. (Nota de los autores)

⁶⁸ Desafortunadamente, las fuerzas maliciosamente destructivas son un poder divino. (Nota de los autores)

CUARENTA Y CINCO

TANTO EN EL CIELO COMO EN LA TIERRA

RINCEWIND CAMINÓ MUY ALEGREMENTE hacia su oficina, con el globo del proyecto sostenido cuidadosamente en las manos.

Hubiera esperado que un universo entero fuera más pesado, pero éste parecía muy liviano. Era probablemente por todo ese espacio.

El ArchiCanciller le había explicado largamente que aunque pudiera ser llamado Egregio Profesor de Geografía Cruel y Desusada, esto era sólo porque era más barato que volver a pintar el título sobre la puerta. Él no tenía derecho a salario, o a enseñar, o a expresar alguna opinión sobre alguna cosa, o a tener subalternos, o a vestir ropas especiales, o a publicar cualquier cosa. Pero podía presentarse en las comidas, considerando que comía tranquilamente.

A Rincewind esto sonaba como cielo.

El Tesorero apareció delante de él. En un momento había un corredor vacío, en el siguiente había un hechicero perplejo.

Chocaron. La esfera subió en el aire, girando suavemente.

Rincewind rebotó contra el Tesorero, levantó la mirada hacia la bola que hacía una curva en el aire, se lanzó hacia adelante de cabeza y resbalando sobre el pecho, y la pescó, una pulgada antes de las piedras del piso.

—¡Rincewind! ¡No le digas quién es!

Rincewind rodó, abrazado al pequeño universo, y volvió la mirada a lo largo del corredor. Ridículo y los otros hechiceros estaban avanzando lenta y cautelosamente. Caviloso Stibbons estaba agitando una cuchara llena de mermelada, invitadoramente.

Rincewind buscó al Tesorero, quien miraba perplejo.

—Pero es el Tesorero, ¿verdad? —dijo.

El Tesorero sonrió, pareció desconcertado por un momento, y se esfumó con un 'pop'.

—¡Siete segundos! —gritó Caviloso, soltando la cuchara y sacando un anotador—. Todo esto le pone... ¡sí, en la sala de lavado!

Los hechiceros salieron rápidamente, a excepción del Discutidor Mayor, quien estaba armando un cigarrillo.

—¿Qué le sucedió al Tesorero? —dijo Rincewind, poniéndose de pie.

—Oh, el joven Stibbons calcula que ha pescado Incertidumbre —dijo el Discutidor Mayor, lamiendo el papel—. Tan pronto como su cuerpo recuerda cómo se llama, se olvida lo que se supone que es —Se metió el cilindro torcido y lamentable en la boca y rebuscó sus fósforos—. Sólo otro día en la Universidad Unseen, realmente.

Salió, tosiendo.

Rincewind llevó la esfera por el laberinto de húmedos pasajes hasta su oficina, donde hizo lugar en un estante para ponerlo.

La edad de hielo había pasado. Se preguntó qué estaba pasando allá abajo, qué gasterópodo o mamífero o lagarto estaba en ese momento fastidiando su elástico para impulsarse hacia la corona del mundo. Pronto, sin duda, alguna criatura desarrollaría de repente un cerebro innecesariamente grande y sería forzada a hacer cosas con él, y miraría a su alrededor y probablemente declarararía qué maravilloso era que el universo haya sido construido para lograr el desarrollo inevitable de criaturas.

Muchacho, era una sorpresa...

—De acuerdo, ya puedes salir —dijo—. Han perdido interés.

El Bibliotecario estaba escondido detrás de una silla. El orangután tomaba la disciplina universitaria seriamente, aunque era capaz de golpear a alguien en los dos oídos y hacerle salir los sesos por la nariz.

—Están ocupados tratando de atrapar al Tesorero ahora —dijo Rincewind—. De todos modos, estoy seguro que no pudieron ser los monos. Sin ofender, no me parecían de la clase adecuada.

—¡Ook!

—Era probablemente algo salido del mar en algún lugar. Estoy seguro de que no vimos la mayoría de lo que pasaba.

Rincewind resopló sobre la superficie del globo, y lo pulió con la manga.

—¿Qué es recursión? —dijo.

El Bibliotecario le respondió con un encogimiento de hombros muy expresivo.

—Se ve muy bien —dijo Rincewind—. Me pregunto si era alguna clase de enfermedad...

Palmeó al Bibliotecario en la espalda, levantando una nube de polvo.

—Vamos, les ayudemos a cazar...

La puerta se cerró. El sonido de sus pasos se fue apagando.

El mundo giraba en su pequeño universo, de cerca de un pie por afuera, infinitamente grande por dentro.

Detrás de él, las estrellas flotaban en la oscuridad. Aquí y allá se congregaban en grandes masas giratorias, girando alrededor de un drenaje

no imaginable. Algunas veces derivaban juntas, cruzándose unas a otras como fantasmas y saliendo en una caravana de estrellas.

Las estrellas jóvenes crecían en cunas luminosas. Las estrellas muertas rodaban en las brillantes mortajas de su muerte.

El infinito se desplegaba. Muros de brillo pasaron, revelando campos frescos de estrellas...

... donde, navegando a través de la noche infinita, hecha de gas caliente y polvo pero sin embargo reconocible... había una tortuga.

Tanto en la tierra como en el cielo.