

TAUZERO

#20



Por alguna razón los múltiplos de 10 son significativos. Son indicativos de cierres de ciclos, cambio de paradigmas. Por ejemplo, todo el mundo celebró la llegada del año 2000, y a este número se asoció toda la simbología de cambio de siglo, milenio, era. El asunto es que el cambio de siglo y milenio iba a suceder exactamente un año después, el 2001. Pero como este número no era *redondo*, entonces fue más o menos ignorado.

Un ejemplo cercano: cumplir 30 años. Actualmente es una barrera a la que llegaré dentro de un par de años. Esa barrera, más o menos implícitamente, la he puesto como límite para haber logrado ciertas metas en mi vida personal y profesional. ¿Por qué esa barrera no está en los 29, o en los 31?...

Y un ejemplo ajeno: cumplir 50 años de matrimonio, las bodas de oro. Llegar a esa increíble cantidad definitivamente tiene mucho de significativo. ¿Por qué no 49, o 51?

Ignoro la razón de asociar significados a los múltiplos de 10, pero ellos están con nosotros y, dado que la humanidad gusta de tener símbolos, unámonos al juego y celebremos.

El número actual de TauZero posee esa significancia asociada al múltiplo de 10: esta edición corresponde al número 20. Un número definitivamente impensable cuando comencé con este proyecto.

De todos modos, siendo riguroso, hace bastante tiempo que pasamos esta barrera; pues aparte de la versión *mainstream* del ezine, tenemos *spinoff*, los especiales temáticos, que ya suman 8 a la fecha. Sumando y restando, este número 20 de TauZero en realidad corresponde al 27.

¿Cómo? $20 + 8$ acaso no suma 28? En el caso de Tau, no. El lector atento ya se habrá dado cuenta que hay un número apócrifo, el 13, que no ha sido publicado hasta el momento ;-)

El número actual viene algo recargado a los textos de ciencia. Esto fue completamente a propósito. ¿Por qué? simple: prerrogativa del director :)

Por simple prerrogativa, además, quise retrasar la publicación de este número para hacerla coincidir con la celebración de la 26 FERIA Internacional del Libro de Santiago.

Hace justo un año, en esta misma feria, se realizó el lanzamiento de la novela de



TauZero #20
Octubre
2006

Director

Rodrigo Mundaca Contreras

Editor/Diagramación/Arte

Sergio Alejandro Amira

Portada

Yin Xin, "Botticelli Naisance de Venus"

Colaboradores

Juan Antonio Bley

José Fco. Camacho A.

Carlos Gaona

Miguel Ángel López

A. César Osses Cobián

Armando Rosselot

Omar Vega

Baradit, Ygdrasil, y la verdad es que no exagero cuando señalo que tanto los preparativos para tal evento, entre los que se incluyó la publicación de la edición Especial dedicada a la novela, como la feria en sí, fueron momentos de profunda felicidad.

La ciencia ficción en Chile no tenía una presencia de importancia desde Hugo Correa, y la aparición de Ygdrasil vino a convertirse en el recambio generacional que tanto necesitaba la literatura de género

Si el año pasado la literatura de ciencia ficción sólo tenía por nombre **"Ygdrasil"**, ahora la cosa es algo distinta: la ciencia ficción y la literatura fantástica el 2006 toma el nombre de **"Años Luz, mapa estelar de la ciencia ficción en Chile"** (Marcelo Novoa), **"El Número Kaifman"** (Pancho Ortega), **"Caja Negra"** (Comelibros Bisama), **"La Séptima M"** (Fran Solar) y **"Poliedro I"** (de Saavedra y Cia).

Dado lo anterior, la fiesta cienciaficcionesca que comenzó el 2005 continúa este año en la FILSA2006. Y para acentuarlo, incluso tenemos guest star de lujo: nada más y nada menos que el mismísimo **Miquel Barceló**.

TauZero y el webzine Puerto de escape están en el centro de la organización de un par de actividades en donde el famoso editor de Ediciones B y experto en literatura de género compartirá opiniones con los amigos ñoños locales.

Y bueno, aunque suene raro debo confesar que si hay algo que he esperado durante todo el año, es la Feria Internacional del Libro de Santiago. Razones no me faltan. Espero que cupo en la VISA tampoco :)

En definitiva, feliz número 20 de TauZero y feliz FILSA2006.

Rodrigo Mundaca Contreras
Santiago de Chile,
octubre de 2006

CONTENIDOS

EDITORIAL

por Rodrigo Mundaca Contreras.

FICCIÓN

Albatros grises

por Carlos Gaona.

El informe 5002

por Armando Rosselot.

A CIENCIA CIERTA

La luna santa

por Juan Antonio Bley.

Somos una molécula

por José Fco. Camacho A.

Las formas del universo (1)

por Miguel Ángel López.

CIENCIA & FICCIÓN

Energía nuclear II: fusión nuclear

por Omar Vega.

BRAINSTORMING

El Efecto Josephson

por A. César Osses Cobián.

MASA CRÍTICA

Los Pilares del Imperio

por Rodrigo Mundaca Contreras.

ezine@tauzero.org

Que muera conmigo el misterio que está escrito en los tigres

Jorge Luis Borges, La escritura del dios

"No pertenecer es cargar con el peso de uno mismo", pensaba Marcos César mientras caminaba con una tranquilidad artificial bajo la sequedad y el frío de La Paz. Cruzó el lobby con su tarjeta de acceso en la mano izquierda –pues era zurdo– y subió a su habitación en el séptimo piso. Todo estaba ya ordenado, y a modo de adiós miró por la ventana la masiva urbanidad de la capital andina. Luego tomó sus maletas, se despidió del botones y en la esquina de Merino con Sucre subió a un taxi. Intentó sin suerte esquivar la conversación del conductor, y sin más alternativa, terminó por atrincherarse en los monosílabos.

Sorpresivamente arribó al Aeropuerto 21 minutos antes. Sin saber que hacer, y para no levantar sospechas, tomó un café con nutrasweet y compró souvenirs. Al rato, por el altoparlante se escuchó cuatrocientos cincuenta y uno, y Marcos César entendió que el momento había llegado. "Es el sonido de la Providencia", pensó mientras pagaba 15 dólares por una remera *I (heart) Bolivia*. Mientras se alejaba de la zona de tiendas miró con desagrado

el "Made in China" escrito en la etiqueta.

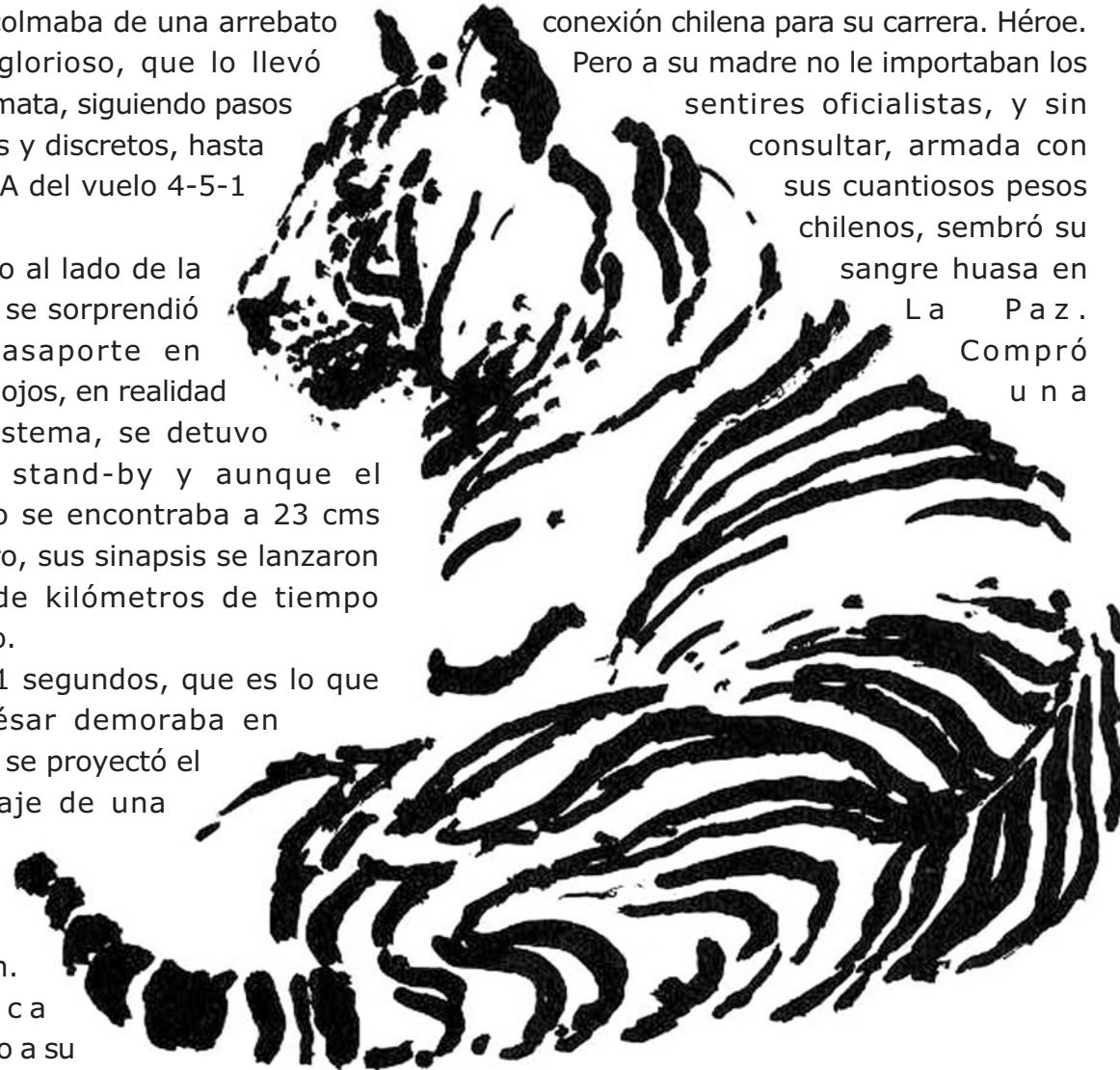
Antes de llegar a la puerta de embarque se detuvo. Giró su cabeza para ver si alguien lo seguía y se encontró, por última vez, con su sombra expatriada. "Por Abaroa", dijo en entre dientes, mientras su mente se colmaba de una arrebatado trágico y glorioso, que lo llevó como autómatas, siguiendo pasos inequívocos y discretos, hasta el lugar 17A del vuelo 4-5-1 de LAN.

Sentado al lado de la ventanilla, se sorprendió con su pasaporte en mano. Sus ojos, en realidad todo su sistema, se detuvo como en stand-by y aunque el documento se encontraba a 23 cms de su rostro, sus sinapsis se lanzaron a través de kilómetros de tiempo suspendido.

En 0,11 segundos, que es lo que Marcos César demoraba en parpadear, se proyectó el cortometraje de una vida, y una historia de humillación. En Talca estaba junto a su

madre querida y queridísima, que lo acostumbró a comer empanadas, omitir las erres y eses y a abusar de los diminutivos. Perra. Más lejos, extrañamente en cámara lenta, hablaba su padre sobre su amada sierra y lo peligroso de la conexión chilena para su carrera. Héroe.

Pero a su madre no le importaban los sentires oficialistas, y sin consultar, armada con sus cuantiosos pesos chilenos, sembró su sangre huasa en La Paz. Compró una



casa, como quien instala un cuartel, y se paseó frente a Palacio Quemado, totalmente sorda, ciega y muda a su minusvalía étnica.

La dirigencia, el partido, el estado, el selecto pueblo de los poderosos, no pudo omitir tal invasión, y la chilena y el bastardillo chileno quedaron estampados como una mancha vergonzosa y pública en la vida funcionaria del padre. A 4000 metros de altura, la familia se precipitó cubierta en desgracia, hasta caer a nivel del mar. Hasta el subsuelo del escalafón de la ya no tan nueva elite indígena, que perdonaba, con creciente comodidad la corrupción y el gusto por los vinos franceses, pero no olvidaba la gran usurpación. Una cosa es robar por el bien del país de uno, otra es ser hijo del ladrón extranjero.

Ascendió el párpado, se desnudó la pupila y las imágenes ya no eran sepia. Marcos César volvió al avión y guardó su pasaporte chileno en el bolsillo derecho de su chaqueta de lino. Esperar el despegue fue un non-issue y pasó los minutos posteriores mirando con inusual interés las instrucciones de la azafata para lidiar con una situación de emergencia. Pasaron unos cuantos minutos para que pidiera un trago. No había vodka. Sólo vino chileno y cerveza paceña. Aceptó el vino sin antes soltar una carcajada irónica. La azafata ni se inmutó y continuó moviendo el carrito de servicio,

mientras Marcos César miraba algo más nervioso por la ventanilla y dejaba sobre la mesita del respaldo la copa.

Siete minutos más tarde Marcos Cesar vio al tigre. Este se acercaba con exquisita elegancia por el pasillo y parecía esquivar y atravesar –simultáneamente– a la azafata. El felino brillaba, como sobresaturado. A su alrededor, nada. Sólo veía su blanco y negro –era albino–. La realidad se doblaba sobre si misma y la geometría perdía el sentido y todos sus axiomas. Marcos César miraba con detención cuasi-catatónica una línea cualquiera, cuando se dio cuenta que podía contar –ieran finitos! – los 111 puntos que la componían. Observó el número 44 de la serie –de izquierda a derecha– y un mandala floreció épicamente a través de él. Los sentidos cedieron y se volvió imposible diferenciar un aroma de un color. El punto ahora era el cosmos, y el cosmos no era otra cosa que un gran orgasmo.

Marcos César ya no estaba ni era. El éxtasis colmó cada una de sus celular nerviosas. Su pupila parecía amanecer mientras los tendones de sus manos vibraban como cuerdas de una siniestra y desconocida banda sonora. Pero todo era leve e imperceptible. Había sido diseñado de esa forma, como un efecto escrito químicamente en minúsculas. Pero claro, él no lo sabía. Para entonces su psiquis se

había dislocado, como cuando una rama se parte en dos. En ese momento el bastardillo chileno se había convertido en un Divergente. Un soldado suicida sin capacidad de sentir compasión o piedad, porque en él ya no había conciencia.

Los Divergentes no tenían sustrato emocional. Ni siquiera memoria. Sólo se les decía que serían héroes. El resto, los objetivos, el plan, eran enquistados quirúrgicamente en lo más primitivo de su hipotálamo. Se reemplazaban algunos patrones por otros. Donde antes estaba el acto reflejo de salivación, se quemaban –ese era el nombre técnico– un nuevo condicionamiento. Y así se les enviaba, llenos de gloria y entusiasmo, pero ciegos. El resto era simple: colocarlos en el lugar preciso, a la hora adecuada y esperar que el catalizador –la versión tercermundista de la píldora roja– activara los patrones previamente quemados. En el caso de Marcos César, el catalizador había sido un jarabe para la tos evidentemente adulterado.

En el avión Marcos César difícilmente estaba solo. A su lado, delante o incluso detrás, esperaban sin saberlo otros potenciales Divergentes. Luego de la primera operación se había comprendido que era necesario aplicar redundancia para no repetir otro fracaso. Varios Divergentes

en un solo vuelo. Todos aislados, incomunicados. Ninguno consciente de ser parte del engranaje. Sin duda cada uno con buenos motivos. Redimir vergüenzas adolescentes, pagar deudas monumentales, salvar la vida de un padre secuestrado o el peor de todos, amor a la patria. Marcos César se escudó en este último, pero en realidad tenía escrito en toda su frente el primero. Como si le importase a alguien.

Lo que sucedió luego en el vuelo 4-5-1 La Paz-Santiago es difícil de precisar. El cuadro, sin duda, fue dantesco para quienes se vieron rodeados de mujeres, hombres y niños levantándose de sus asientos de forma espasmódica, balbuceando. Algunos con sangre en las manos tras eliminar a un número indeterminado de pasajeros, otros ejecutando acciones triviales, pero probablemente más necesarias, como lanzar el equipaje de mano hacia la cola del avión. Finalmente tres Divergentes se reunieron entre las filas 15 y 16. Se abrazaron y besaron en la boca uno tras otro. Sus sexos y edades no vienen el caso. Lo importante era lo funcional, la saliva químicamente marcada que de lengua en lengua era pasada y cerraba el círculo, como quien asegura el mecanismo de una bomba de tiempo.

Todo eso sucedía mientras el 737 de LAN se lanzaba en picada. Segundos antes

de estrellarse, el triunvirato -Marcos César incluido- había estallado, disparando desde sus entrañas y en todas direcciones siete litros, el equivalente a 20.000 dosis, de una cadena genéticamente modificada de Machupo, el virus que hace siglos diezmo poblaciones enteras en la selva Boliviana. Solo hubo un error de cálculo. La aeronave cayó a 70 Km. de Santiago, sobre un despoblado. Pero ya habría oportunidad de mejorar y dar en el blanco. Albatros -el termino operativo para un potencial Divergente- sobran y el dinero fluía como desde la tierra misma, a boca de pozo.

© 2006, Carlos Gaona.

1

Nomnot entró en la cavidad. Los murmullos no tardaron en llenar todo el recinto. Nomnot con su andar pausado hacía que la expectación creciera aún más. Él sabía, como todos los asistentes, que no era usual que se dieran a conocer públicamente informes de carácter histórico investigativo. Al llegar a la tarima central puso ambas manos sobre la pantalla líquida, la cual creció llenando todo el lugar y en su centro un número: Cinco, cero, cero, dos. Nomnot habló: "Amigos y compañeros, me dirijo a ustedes con el motivo de darles a conocer los aspectos más importantes de mi viaje recientemente finalizado. Éste, como dicta nuestro protocolo está individualizado como el Informe 5002. Espero que los siguientes minutos sean para ustedes tan o más importantes de lo que para mí lo han sido"

En ese momento la pantalla comenzó a "bajar" sobre los asistentes y sobre el mismo Nomnot. Así los más de mil asistentes a la audiencia se conectaron a Nomnot y a sus vivencias plasmadas en el informe. Escucharon y vieron...

"Comencé el psicorretorno en la unidad 23 del centro de antropología investigativa el día tercero del cuarto período estelar a los 53.215 lapsos. La búsqueda del sujeto a contactar demoró 200 nanolapsos, la inmersión en la psiquis del espécimen fue

en tres niveles hasta el Nivel Violeta. En este nivel, como más de alguno aquí presente debe conocer, realicé una Intraperiférico grado 6, con lo cual el sujeto no sufrió ninguna alteración conductual y menos influencia de ningún tipo. Además, en este nivel, a diferencia de los niveles Azul y Rojo, no se pone en peligro al sujeto ni al investigador, en este caso yo, a quedar indefinidamente a la deriva por causa de una muerte "accidental" del sujeto intervenido."

"Temporalmente hablando, los ecos temporales del individuo nos llevó a ubicarnos en los albores de la llamada Segunda Era del Capitalismo industrial en el Mundo Base. Importante época, ya que se ubica en plena crisis alimenticia a raíz de numerosas plagas producidas por armas bacteriológicas debido a conflictos de mediana envergadura en el hemisferio norte del planeta. La sociedad humana de ese entonces aún no comenzaba a expandirse fuera del Mundo Base, ya que no contaba con los conocimientos del viaje de Mínima Densidad Atómica y menos el de psi-longno. Básicamente la vida de los individuos de nuestros albores se basaba en el consumo masivo de bienes y servicios, lo que mantenía a aquella sociedad en un gran letargo evolutivo, obviamente de carácter biológico e intelectual."



“El estudio lo realicé en pleno periodo de Cambio fase 1ra. Durante el momento histórico antes señalado, ya que este cambio evolutivo empieza a gestionar sus primeros síntomas en esta época y no después como varios de ustedes han estudiado y aseveran. Lo más importante de esto es que el suscitado cambio no fue sólo causado por los hombres y su entorno, sino que hubo interferencia ajena: Los Archaenides.”

Durante unos instantes Nomnot pudo sentir inquietud en la audiencia, cierto temor, asombro, incredulidad, miedo. Se armó de valor y siguió con su informe, lógicamente ya no había marcha atrás.

2

Habían transcurrido unos cinco minutos desde que sonara la señal de aviso que daba inicio a la hora de almuerzo, cuando Javier buscó en su chaqueta la tarjeta de presentación de aquel importante hombre de Alimentos Universal. Quizás llamar y concretar una entrevista no sería tan malo, así por fin dejaría de estar rodeado de antiguallas y libros viejos para tener un buen puesto de ejecutivo y poder por fin casarse con su eterna novia: Antonia. Llamaría de afuera, todos sabían que en el Magisterio los teléfonos estaban intervenidos, y si lo llegaban a descubrir con tanta deuda y malos antecedentes que

surgirían de su despido, era seguro que terminaría en menos de una semana en la sala de suicidios del crematorio.

Luego de pagarle al mozo se dirigió como todos los días a su oficina en el piso cuarenta y seis. Así, después de algunos minutos en que se cruzó con la misma gente que conoce en el Magisterio hace más de ocho años y habló las mismas necesidades de siempre. Por fin se refugió en su despacho. Tomó su sagrada taza de café instantáneo y planificó idílicos fines de semana en las colonias marinas con Antonia, cuando de pronto pareció todo volverse oscuro y sin sustancia, creyó desmayarse y su taza de café fue a parar bajo el escritorio dejando sus pantalones mojados y humeantes; de pronto se encontró en el baño limpiándose los pantalones. No se explicó como llegó al baño, volvió a su escritorio lentamente y continuó con su trabajo de investigación histórica.

Los pensamientos de Javier se alternaban rítmicamente mientras sus ojos se encontraban fijos en los datos que entregaba la pantalla del ordenador. Desde ahí Javier manejaba toda la información histórica y antropológica del planeta, así también datos astronómicos, físicos y biológicos. Con todo este acceso Javier lograba, luego de tres años y medio de

una fuerte capacitación, detectar cualquier conflicto social en el mundo por muy tenue que fuese su gestación, así una vez detectados se podía evitar que éstos fuesen causales de algún problema o crisis en la política de comercio del Magisterio y a su vez causase malestar en la población de la Megamérica.

Nuevamente Javier comenzó a sentirse extraño y experimentó un extraño sueño despierto... vio animales ya extintos como caballos y elefantes, naves de madera surcando el mar el cual podía hasta oler, extrañas aves de plasma y luz que surcaban el cielo. Durante unas décimas de segundo se vio sobre unas cumbres nevadas, miró grandes valles rebosantes de verde y nubes, sintió viento en su rostro... la antigua tierra de sus abuelos... Súbitamente todo se desvaneció con la misma rapidez con que había llegado y la realidad cayó sobre los hombros de Javier. El comunicador del escritorio sonó y el blanco y casi perfecto rostro de una mujer apareció en la pantalla.

–Buenas tardes, ¿hablo con el Señor Javier Moreno, anexo 1699 de históricos cuarenta y siete? –preguntó la bella mujer.

–Con... él, ¿en qué le puedo ayudar? –contestó Javier un poco extraño, ya que no era corriente que bellezas de ese tipo preguntaran por él ni por nadie.

–Señor Moreno –prosiguió la dama de

la pantalla– lo llamo de Alimentos Universal de parte del Gerente de Procesos, ya que desea una entrevista personal con usted el próximo día jueves a las siete cuarenta de la mañana, esta llamada es para confirmar su asistencia, ¿lo confirmo? –En ese instante Javier sintió que toda la ansiedad del mundo se le venía encima y estuvo a punto de sufrir una crisis de pánico, “además” pensó, “la llamada ya deben haberla rastreado y estoy jodido”–. Sí, confirmo la cita para el jueves a las siete cuarenta de la mañana –contestó rápidamente a un volumen de voz que no pusiera en aviso a sus vecinos en la oficina.

–Entonces señor Moreno –terminó por decir la mujer de la pantalla –su cita está confirmada, ah, y no se preocupe ya que esta es una llamada “segura”. Buenas tardes.

La imagen desapareció dejando él logotipo de Alimentos Universal deshaciéndose graciosamente en la pantalla del ordenador de Javier.

3

“Durante los primeros momentos en la mente del sujeto”, continuaba Nomnot, “hice que perdiera un porcentaje de conciencia durante unos momentos, provocándole sueños despierto. Me vi rodeado de sentimientos de la más variada

índole, una lucha entre Su persona y la que deseaba mostrar. La inteligencia propia y la adecuada al medio, su soledad, sus temores de todo tipo y características.”

“Quiero hacer un alto en la inteligencia de este individuo, ya que era bastante avanzado a la media de sus similares en el momento de este estudio, lamentablemente este sujeto nunca se percató de ello. Y he ahí la importancia de este homo sapiens en particular, su trabajo era muy similar a lo que yo personalmente realizo junto a muchos de ustedes: historia concreta de la humanidad, lamentablemente los medios que él ocupaba estaban todos, por decirlo de alguna manera, intervenidos. Esto es vital para el informe, ya que la intervención está en tres niveles: Sus superiores, los superiores de estos (que pensaban que nadie más estaba sobre ellos) y Los Archaenides.”

“Este individuo, el cual se individualiza como Javier Moreno, se encontraba, a pesar de todos los inconvenientes ya mencionados, muy cerca de encontrar la pieza más importante dentro de nuestra historia como especie en ese momento. Fue ahí precisamente ese día (como llamaban ellos a los lapsos horarios de ese entonces) cuando ingresé a su mente y él recibió el llamado. Aquí estoy yo para contar lo que vi y memoricé en mi cerebro de

homoevolutiano de cuarta generación.”

4

El día jueves llegó y no había nada que hacer. Javier se encontraba listo y lucía un espléndido traje azul alquilado para entrevistas. Salió muy temprano de su habitación–estar que arrendaba en la torre de profesores 33 y se dirigió lo más rápido posible a su entrevista en un hermoso sedán Indio, lógicamente... alquilado.

Cuando faltaban diez manzanas para el desvío hacia Alimentos Universal y el reloj marcaba las 7:24 am, el comunicador de su automóvil se activó:

–Señor Moreno, habla Miriam Mardones de Alimentos Universal, lo llamo de parte del Gerente de Procesos. Es para avisarle que por favor en la salida 143–A doble hacia su izquierda y espere instrucciones.

Javier no podía dar crédito a lo que estaba oyendo, ¿a tanto llegaba la vigilancia?, ¿era tan cierto lo que las Sectas Cristianas hablaban sobre la marca sobre los hombres y el número de la bestia y cosas similares?, no pudo pensar más cuando el letrero con la salida 143-A se venía hacia él y dobló rápidamente donde le había dicho la voz de la mujer, a estas alturas del cuento ya no tenía mucho que perder así que ni siquiera se lo cuestionó. Había un letrero de color verde, siguió

derecho a menor velocidad por la calle, habían pasado 2 minutos y todavía no sonaba el comunicador y ya el reloj marcaba las 7:31 am... 7:32 am... 7:33 am... 7:34 am... El comunicador chistó:

–Señor Moreno, habla Miriam Mardones de Alimentos Universal, por favor detenga el automóvil.

El coche se detuvo y Javier miró en todas las direcciones, 7:35 am. Por el costado derecho del automóvil aparecieron tres hombres muy bien vestidos y con maletines de ejecutivos y se acercaban a donde estaba Javier estacionado. En ese momento, una mujer salió de edificio que daba a la calle a su izquierda y uno de los tres ejecutivos se dirigió rápidamente hacia la mujer. Javier atónito observó cómo el hombre sacaba un arma de su bolsillo y disparaba contra la mujer. Presa del pánico Javier quiso poner en marcha el automóvil, no arrancaba... desesperación, ahogo, oscuridad. Lo último que vio fue un vapor saliendo del aire acondicionado, estaba perdido en los brazos del destino.

Un aroma similar al azufre fue lo primero que percibió Javier al despertar. Una joven mujer, no muy atractiva, vestida con un delantal similar al de un dentista le dio un vaso con un líquido de color ámbar.

–Bébalo –le dijo–, le aseguro que se sentirá mejor–. Javier probó el amargo

líquido y al cabo de un instante pareció recobrar toda su movilidad. Lo último que recordaba era el auto y haberse estacionado, luego todo era una nube densa y confusa.

–¿Qué ha... go a... quí? –preguntó casi sin saber como salieron las palabras de su boca.– ¿A... ca... so tuve un ac... ciden... te?.

–No, nada de eso –le contestó pausada y amablemente la mujer, mientras se arreglaba su morena cabellera, la cual Javier parecía ver como una sucesión de imágenes.

–¿Dón... de e... stoy? –la mujer sólo lo miró cordialmente, Javier observó a su alrededor, una pieza enorme y de una gran claridad. Él se encontraba sobre un cómodo sillón blanco que casi parecía adaptarse a sus formas.

Una puerta pareció formarse en la muralla delante de él, la mujer fue hasta ella y se retiró de la habitación. Antes que pudiese decir algo, nuevamente la puerta se abrió saliendo una figura de ese oscuro rectángulo.

La figura se acercó lentamente hacia Javier, sonriendo y saludándolo. Poco a poco sus rasgos comenzaron a hacerse más nítidos. Frente a sus ojos estaba parado y sonriendo una persona muy conocida por Javier... él mismo.

5

“El sujeto sufrió tres crisis neurosensoriales, durante la segunda crisis sus signos vitales casi llegaron al estado-1, con lo cual estuve muy cerca de abortar la misión. Todavía me pregunto como no perdí la razón con él, pero es mejor continuar..”

Nomnot miró a su alrededor volviendo a sentir la urgencia de información que los otros reclamaban con ansiedad. “Desde mi perspectiva pude anotar algunos datos de movimiento vectorial, térmicos y de presión atmosférica. Con lo que luego de analizar después de mi arribo, los cálculos demuestran que el sujeto fue llevado fuera de Mundo Base a su satélite Luna. En ella fue conducido cerca del Ecuador de esta y llevado luego a una profundidad de 6.1 manns”.

“El individuo Javier fue manipulado por cinco entes homofórmicos, no humanos. Y he aquí lo inquietante: No pude establecer ningún tipo de vinculo sensorial con estos cinco, a diferencia de los otros que ayudaron a llevar a este sujeto a su destino, que eran humanos, sí, pero sin ningún tipo de libre albedrío o autocontrol ya que eran manipulados”.

Nomnot dejó pasar algunos momentos. “Manipulados por seres como esos cinco, iestaban totalmente bloqueados a mis ondas!, a todas, como si las conocieran,

como si supieran que yo me encontraba ahí cerca de ellos. Eran sin lugar a dudas tecnológicamente muy avanzados, tanto o más que nosotros mismos ahora. ¿Qué hacían ahí?, yo creo, y al igual que la mayoría de ustedes en este momento, que ellos son los tan buscados Archaenides, los causantes de todos los cambios en el Mundo Base, y después del gran cambio estelar. Hermanos míos son Ellos.”

“Ahora bien” –continuó nuevamente Nomnot un poco más ansioso– “¿Cuál era la razón para llevar a este sujeto a ese lugar? Bueno en la mente del sujeto intervenido encontré varios recuerdos de datos referentes a sucesos históricos ocurridos durante la historia humana en el Mundo Base. Desde los albores de ella hasta su presente inmediato. Con esto, nuestro sujeto en estudio, hizo una clasificación de todos los sucesos ocurridos en el planeta desde los de menor importancia a los de mayor, en lo concerniente a su influencia en la evolución para los humanos en el mundo base. Esto lo llevó a una ecuación muy similar a nuestros algoritmos de Trong llegando sin darse cuenta a la misma conclusión que nosotros ya llegamos hace unos Lapsos: Las enfermedades, plagas, epidemias, conflictos políticos, guerras, desastres naturales, cambios geológicos, etc., han

sido causados y manipulados por los Archaenides. Ajenos a la especie humana, pero tan vinculados a ellos por vía de creencias sociales, religiones o mitos. Con fines desconocidos para nosotros, pero intrínsecos a los mismos Archaenides, y ese descubrimiento, ellos no lo podían permitir.”

6

Javier mientras trataba de hablar sentía dentro de su mente un letargo casi de muerte y al mismo tiempo una especie de grito que salía tras ese letargo. Una sensación de irrealidad se apoderó de él, todo parecía una terrible pesadilla de la cual aun no lograba despertarse, y aquello no era lo peor, nunca jamás se había encontrado y sentido tan solo ni abandonado. “Si sólo estuviera con Antonia”, alcanzó a pensar antes que la voz del hombre con su figura lo sacara de su ensoñación.

–Javier Antonio Moreno, ¿me oye? –preguntó el Ser.

–Sí, ¿pero qué mierda ocurre, por qué es igual a mí? –las palabras parecieron salir solas de la boca de Javier.

–Ve señor Moreno, la señorita le dijo la verdad cuando le dio a beber el jarabe, sobre su pregunta primero tengo yo que hacerle una. ¿Qué investigaciones hacía aparte de hacer su trabajo? –Javier se

incorporó un poco en su cómodo sillón, por un instante pensó que todo podía ser algún tipo de evaluación, o una macabra broma del Magisterio antes de despedirlo.

–¿Es usted un clon mío, por qué me doparon, es un disfraz? –Javier volvió a titubear, ¿era todo esto real que pasaba con su cabeza, que tenía que ver en esto las ecuaciones...?–. Ninguna, sólo las que se me ordenaban –las palabras brotaron solas nuevamente.

–Clon, clic, clan... caca. Nada de eso señor Moreno. Usted miente, y lo sabe tan bien como el parásito que lleva alojado dentro de su cabeza hace algunas horas –el ser acercaba su rostro lentamente hacia la paralizada cara de Javier–. Sí, usted y todo lo que existe en su mundo está hecho de eso... caca, material de ensamble y fibra conductiva de Mismolodealamina. Carne, tejido llámelo como desee. Material tan inerte como la tela de su sillón o el gas que al brillar le da luz a esta habitación, que sin nosotros no podría funcionar como lo está haciendo ahora, ¿ve? –Javier lo observó incrédulo–. Ahora –prosiguió el Ser–, en un momento pensamos en que usted podría unirse a nosotros dada su “excepcional inteligencia” –rió– pero debido a estos lamentables acontecimientos, me refiero al parásito alojado en su cerebro, nos vemos en la obligación de tomar otras

medidas.

Javier entendió, Nomnot también entendió, este le entregó un impulso neural a Javier para poder salir del adormecimiento y atacar al Vínculo. Trató de darle un golpe de puño, pero antes de que el brazo llegara siquiera a la mitad de su recorrido, del sillón brotaron tentáculos que lo aprisionaron fuertemente. No, no era una broma, había dolor mucho dolor. Silencio y más oscuridad.

6.a

Diálogo ocurrido en 3.47 segundos entre Javier y su "huésped" Nomnot:

–¿Quién eres?

–Soy Nomnot, no temas.

–Algo anda mal aquí y necesito que alguien me explique amistosamente esto.

–Sólo estoy en tu mente por vía psíquica, estoy muy lejos y no creo que comprendas el cómo y el por qué.

–¿Que pasará conmigo?

–No lo sé, ellos me tienen atrapado también dentro de tu mente. Saben todo sobre tus investigaciones y conclusiones de los que alteran la historia.

–¡Son ellos!, durante un momento lo pensé.

–Me di cuenta, Javier lo que va a pasar ahora no creo que sea bueno y estoy tomando las prioridades para ese evento.

–Muerte.

–Puede ser, o quizás algo peor.

–Duele mucho...

–Así es, no dudes en buscarme...

7

El Ser tocó a Javier en la cabeza y este despertó súbitamente. Instintivamente trató de sajarse, pero dejó de hacerlo cuando su mente recordó la conversación.

–Esto es una trampa ¿verdad?, me trajeron engañado y ahora me van a hacer decir cosas que son falsas.

–Falsas no –contestó el Ser–. A quien cree que engaña, señor, nosotros sabemos lo que hizo con la información histórica. Y eso no es bueno para nuestro proyecto, sobretodo en manos de una criatura un poco más lúcida que las demás. Y para terminar no lo vamos a volver a interrogar ni a borrarle su memoria junto con el parásito. Será reestructurado.

La pregunta que hizo Javier a continuación no estuvo de más, el Ser sonrió irónicamente, y junto a otros cuatro lo llevaron a una sala en que había una camilla metálica. Lo pusieron en ella y empezó a sonar un leve zumbido que iba aumentando de intensidad junto con el dolor general que experimentaba Javier.

–¿Cómo cree usted que el planeta puede abastecerse de carne animal para

alimentación, si ya con el exceso de población, las guerras y los territorios contaminados ya no hay donde puedan estos existir? Nosotros la producimos, Javier, como los hemos producido a ustedes, pero la materia prima se agota y por eso su cuerpo será reestructurado y su material nos brindará nueva materia prima para fines alimenticios. ¿O creía que el nombre de Alimentos Universal es sólo fachada?

Algunos días después un camión con las siglas A.U. a eso de las seis de la tarde llegó con su cargamento de 1500 gallinas para faenación industrial a la bodega de distribución en Montevideo; las aves al ser descargadas gritaron y cacarearon pavorosamente antes de ser electrificadas. Trescientas de ellas habían sido alguna vez Javier Moreno.

Se abrieron pasadizos en la mente de Javier y pudo contemplar el rostro de Nomnot. Ambos corrieron por un bosque de árboles tupidos hasta un claro con un cielo libre de estrellas, pero que brillaba aun con la ausencia de sol. Nomnot tomó firmemente las manos de Javier y se miraron a los ojos más allá de cualquier límite físico o temporal.

–Esto es un pacto para nuestra salvación y alianza –recitó Nomnot.

–Y yo lo acepto –contestó Javier, quedando entrelazados por los senderos

de tiempo y espacio. A su alrededor brotaron muchos Javieres y Noms llenando el claro, hasta que en un momento dado Nomnot entró en Javier y Javier en Nomnot. El nuevo ser creado por su unión voló hacia el cielo sin estrellas.

Al terminar el Informe Nomnot dio gracias a la fuente de la vida y a los suyos por escucharlo, plegó sus enormes alas y se elevó hacia su hogar rumbo a las nubes. El viaje, la toma de datos y el escape no contado en la asamblea lo habían dejado exhausto. Ahora su deber era organizar la nueva misión que había jurado junto a su "huésped", buscar aliados y un lugar seguro donde esconderse. También buscar un nuevo nombre.

Epílogo.

No pasó mucho tiempo hasta que un coterráneo de Nomnot, un tal Gionot, llegó a leer otro informe histórico. Este también tenía el número 5002. Según se dijo el antiguo informe 5002 había sido una farsa lamentable y su perpetrador había sido exiliado bajo las mas estrictas normas de los clanes.

Nomnot muy bien custodiado por sus nuevos aliados en el público rió para sus adentros y oyó aquel intervenido, idiota y poco veraz informe. Por ahora tenía algunos momentos antes de ir a la nueva y muy

custodiada unidad de Retorno Completo para viajar por el tiempo. Ahora muy atrás, más atrás de lo que nadie pudiese creer y encontrar el comienzo de los Archaenides para destruirlos, luchar contra ellos o simplemente fastidiarlos hasta el fin del tiempo. Ya no como Nomnot, sino con su nuevo nombre, uno que le aconsejó Javier o Javhé como se hacía nombrar ahora. Siete letras: Lucifer.

© 2005, Armando Rosselot.

La Luna con sus cambiantes aspectos definitivamente captura la atención de los que tenemos la fortuna de poder mirar hacia el espacio. Los diferentes aspectos de la Luna se llaman fases y ocurren porque el satélite se mueve alrededor de La Tierra. Y es mejor que lo siga haciendo, porque de otro modo nos caería encima. La velocidad media que le permite combatir incesantemente a la gravedad terráquea, es de 3.636 kilómetros por hora, es decir unos 1.000 metros por segundo. Su órbita se completa en un tiempo de 27,3 días, describiendo una elipse donde su distancia a la Tierra varía en el rango 356.000 - 407.000 kilómetros. Debido a esta distancia variable, su diámetro aparente también varía y por ello ocurren a veces eclipses anulares, cuando su disco no alcanza a cubrir totalmente al disco solar. En ocasiones la luna llena parece más grande, porque efectivamente está más próxima. Pero estas diferencias reales ocurren entre lunación y lunación. Dentro de una misma noche, la Luna conserva más o menos el mismo diámetro aparente. Cuando el satélite emerge por encima de los Andes suele asombrarnos con su diámetro, que luego parece encoger a medida que asciende hacia el meridiano. Pero esta reducción es una ilusión óptica, al quedar nuestra visión sin un objeto de comparación. Esta ilusión



ocurre también con las constelaciones, cuyas estrellas parecen estar más separadas cuando se encuentran más próximas al horizonte. El lector puede eclipsar la luna con una moneda eligiendo una distancia exacta para que coincidan los diámetros (1) y comprobará que tal distancia no varía durante el ascenso del astro por el cielo.

Las fases lunares siguen esta secuencia:

cuando la Luna se ubica entre la Tierra y el Sol, su cara no iluminada está dirigida hacia nuestro globo y no la vemos en el cielo: es la fase de luna nueva o Novilunio. Luego aparece una delgada hoz hacia occidente, poco después de la puesta del sol: comienza la fase creciente. El delgado cuchillo celeste crece hasta convertirse en una brillante luna llena o Plenilunio. En

En este momento los astros adoptan la configuración Sol-Tierra-Luna. La Tierra queda al medio y por ello vemos a La Luna y al Sol ocupando posiciones diametralmente opuestas en el cielo (180 grados). Cuando el Sol se pone por occidente, la Luna asoma por oriente y viceversa. La Luna entra luego en fase menguante, para sumergirse otra vez en el área del cielo dominada por el brillo solar.

Cualquiera de las fases se repite en 29,5 días, tiempo 2,2 días más largo que los 27,3 días que dura la órbita lunar. La razón de esta sorprendente diferencia, es que las fases de la Luna dependen no sólo de su traslación alrededor de La Tierra, sino también de la traslación de la Tierra alrededor del Sol. Como la Luna está obligada a acompañar a La Tierra (en realidad constituyen ambas un sistema planetario) en su viaje anual alrededor del Sol, nos presenta también un cambio de fase como producto de este paseo. Para que se produzca la fase de plenilunio, el Sol la Tierra y la Luna tienen que estar en línea. En 27 días, la Tierra se adelanta en su órbita lo bastante como para que la Luna tenga que viajar otros 2,2 días más para alcanzar nuevamente la línea Tierra-Sol y exhibir así otra fase de luna llena a los habitantes de la Tierra. Si no ha entendido nada no sienta ni la más mínima

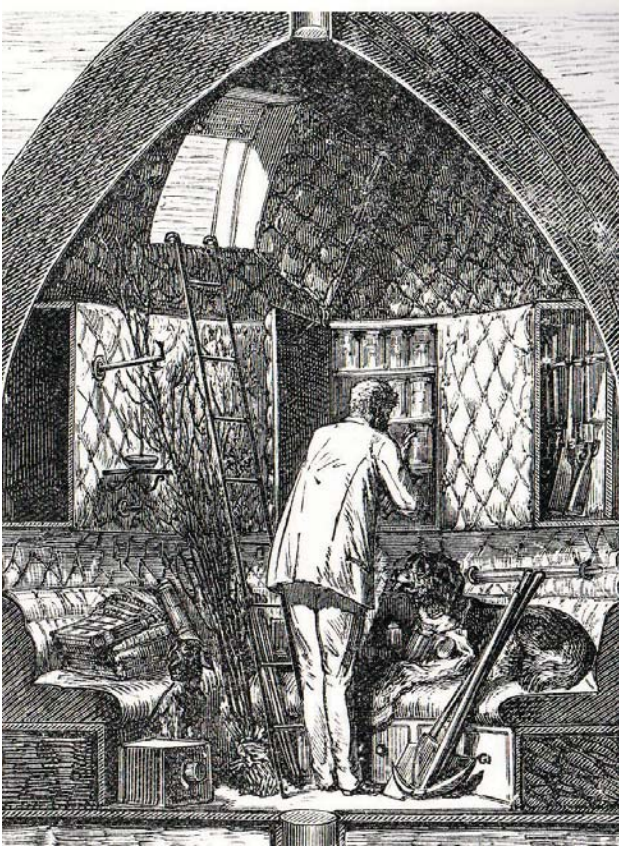
vergüenza, pues el movimiento de los astros suele resultar complicado de imaginar. Digamos de paso que al período de 27,3 días que tarda la Luna en recorrer su órbita se le llama **revolución sideral** (con respecto a las estrellas), mientras que al tiempo de 29,5 días que separa una fase lunar de otra igual, se le conoce como **revolución sinódica**.

Nuestro satélite aparece cada noche un poco más tarde y corrido hacia el este con respecto a las constelaciones. Este fenómeno es constante y es la prueba visible de la órbita lunar alrededor de la Tierra. A la relativamente modesta velocidad promedio de 1.000 metros por segundo, el disco lunar se desplaza lo suficiente para aparecer cada noche unos 50 minutos más tarde que la noche anterior. En su recorrido sideral hacia el oriente va eclipsando estrellas, planetas y hasta al mismo Sol, en una secuencia que los astrónomos son capaces de predecir con asombrosa exactitud. (El recorrido hacia el este queda superpuesto al movimiento diurno hacia occidente. En definitiva el disco avanza hacia el oeste, pero más lento que las estrellas).

La faz de la Luna también es iluminada desde la Tierra. Luego de brotar del globo solar, la luz del astro rey viaja durante 8 minutos hasta dar contra nuestro planeta.

Nubes y mares, desiertos, selvas y glaciares, devuelven al espacio en conjunto un 36% (2) de la luz recibida. En Tierra Llena, esta luz encuentra en su camino al cuerpo del satélite, que recíprocamente se nos presenta en fase de luna nueva. Cuando recién comienza la fase de luna creciente o cuando ya termina la fase menguante, la retina puede percibir este último reflejo, que se llama **luz cenicienta**. Encima de la delgada hoz es visible difusamente el resto del disco lunar, fantasmal aspecto conocido como "la luna vieja en brazos de la nueva".

La Luna todavía interviene en las actividades humanas. La fecha en que debe celebrarse la Semana Santa está regulada por el astro lunar. La fecha de Pascua de Resurrección no puede ser fija, pues debe caer en un domingo. Si los años tuviesen un número exacto de semanas, la fecha de Pascua hubiera podido quedar fija. Pero el año común dura 52 semanas y un día y por lo tanto el año siguiente comienza corrido en un día de la semana. Por ejemplo, 1999 comenzó un viernes y 2000 comenzará un sábado. Peor aún, los años bisiestos tienen 52 semanas y 2 días, de manera que el día de inicio del año siguiente a un bisiesto se corre 2 días. El año 2000 será bisiesto. Por ello, 2001 comenzará no un domingo, sino un lunes.



La Iglesia Católica resolvió la cuestión de la fecha de Pascua de Resurrección en el Concilio de Nicea, celebrado el año 325 después de J.C. Se dispuso que la fecha del Domingo Santo (*Easter Day* en inglés), corresponde al **Primer domingo que cae después de la luna llena que ocurra durante o inmediatamente después del 21 de marzo**. (Equinoccio vernal eclesiástico, fijo el 21 de marzo, que difiere del equinoccio vernal astronómico). El 21 de marzo la Luna puede estar en cualquier

fase. Si justo hay luna llena la noche del 21, esa será la primera del otoño eclesiástico. Si el 21 cae justo un sábado, entonces el día siguiente, domingo 22, cumple con todas las condiciones y por lo tanto será Domingo Santo. Esta es la Semana Santa más temprana que puede ocurrir y la última vez que sucedió fue en 1818. La Semana Santa más tardía ocurrirá en las siguientes condiciones: si la luna llena cae el 20 de marzo, esa será la última del verano eclesiástico. La primera luna llena eclesiástica del otoño ocurrirá 29 días más tarde, es decir la noche del 18 de abril. De acuerdo a la regla eclesiástica, el domingo siguiente al 18 de abril deberá ser pues el Domingo Santo. Si el 18 de abril resulta ser justo día domingo, entonces la Pascua de Resurrección caerá el domingo 25, que cumple con la condición de ser el primer domingo que ocurre después de la primera luna llena del otoño. Esta es la Semana Santa más adentrada en el año que podría ocurrir y la última vez que sucedió fue en 1943.

En el presente año de 1999, marzo contiene 2 lunas llenas. Estos meses son casos raros y a la segunda luna se le conoce como *Luna Azul*. La luna azul de marzo ocurrirá el miércoles 31 y será también la primera del otoño. Por ello, el primer domingo más próximo, domingo 4 de abril,

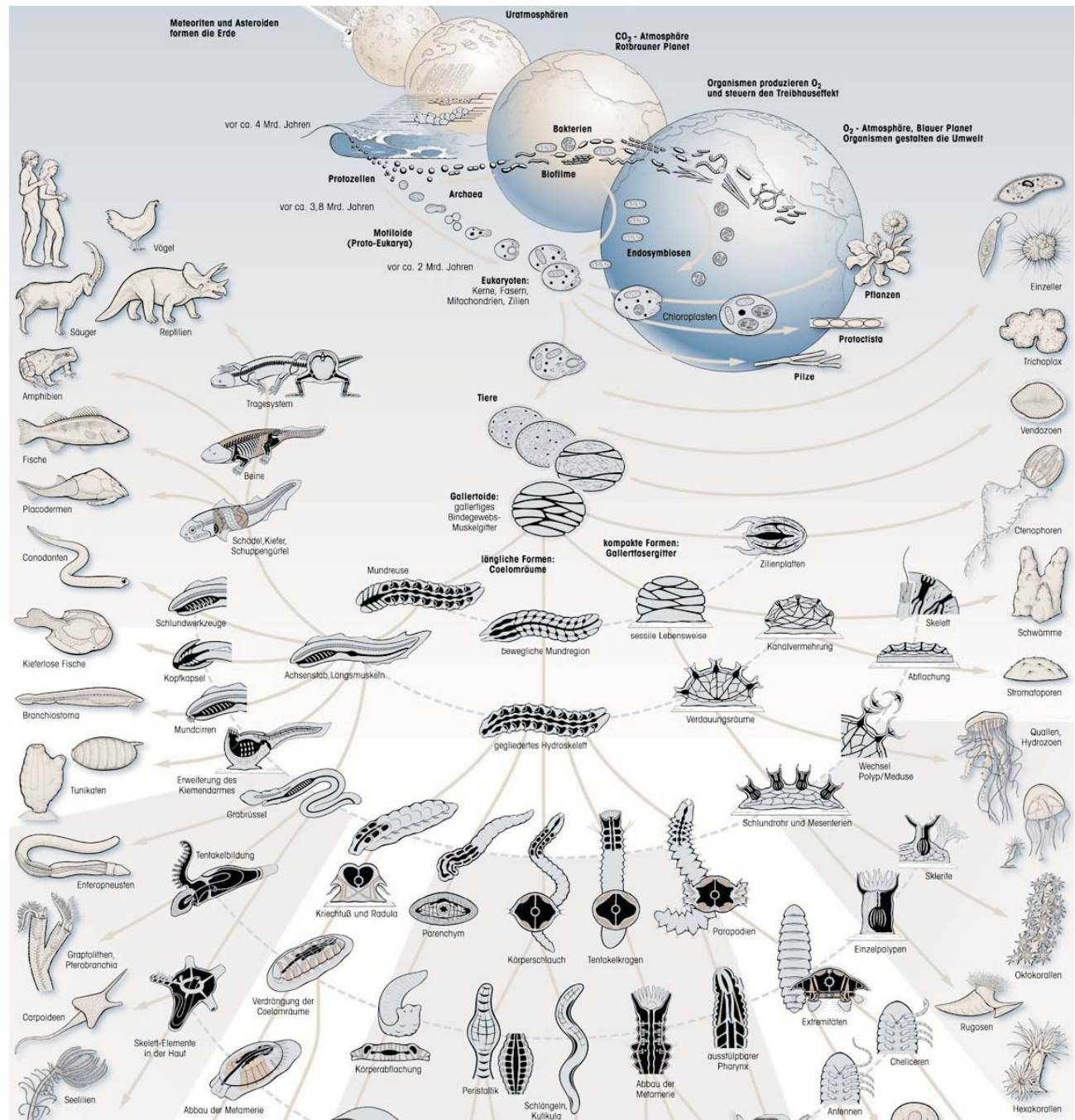
será Domingo Santo. Como podemos ver, dentro de la Semana Santa siempre hay luna llena en algún momento comprendido entre el domingo previo al Domingo Santo y el Sábado Santo inclusive. Para todos los humanos efectos prácticos, la luna llena no dura sólo un riguroso instante astronómico, sino que se nos presenta bastante gorda durante dos o tres días consecutivos. Por eso, la Semana Santa cuenta siempre con la presencia de una hermosa *Luna Santa*.

© 1999, Juan Antonio Bley.

Este artículo fue publicado en abril de 1999, en la serie de Astronomía "Conozca el Cielo", de la Revista *Conozca Más*.

La longevidad de la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) es de tan sólo 10 a 14 días. En ese período de tiempo tiene que ocuparse de nacer, crecer, desarrollarse, reproducirse y, finalmente, morir. Nosotros no damos crédito a una vida tan corta, se no hace difícil. Pero si esta mosca fuera conciente de si misma y de lo que le rodea, si tuviera un poco de raciocinio y se le dijera que el hombre vive en promedio 70 años (y en algunas ocasiones hasta poco mas de 100 años), es decir, alrededor de 2,130 veces la duración de su corta vida, le costaría entenderlo.

Ahora vamos nosotros. Las primeras civilizaciones aparecieron hace 5,000 años aproximadamente. Eso es poco más de 70 veces la vida de una persona de 70 años. Es fácil comprenderlo. La extinción de los dinosaurios ocurrió hace 65 millones de años. Muchos conocen esta cifra, pero poco han meditado sobre cuan lejana es. Es 13,000 veces más remota que el comienzo de las primeras civilizaciones. El inicio del Universo se calcula que sucedió hace alrededor de 15 mil millones de años (15,000,000,000). La cifra es larga, pero a mucha gente le sigue pareciendo abstracta. Difícilmente se la imaginan porque no es cosa que se vea a diario. Pero podría ser más comprensible si la



comparamos con algo tangible. Supongamos que toda la historia del Universo pudiera ser comprimida en unos 100 metros precisos. Ya sabemos que una tiene unidades de tiempo, y la otra es una longitud, pero solo es un ejercicio mental. Nuestro presente se localiza exactamente al inicio de esos 100 metros y el origen del Universo, el Gran Estallido (Big Bang para los angloparlantes) está al final de esta longitud, en el metro 100. Así como tal, este ejemplo no nos dice gran cosa. Para ello debemos colocar varios elementos importantes en nuestros 100 metros. El nacimiento de las primeras galaxias se calcula que ocurrió hace 10 mil millones de años, es decir, a 66.67 metros de nosotros. Nuestro hogar, el sistema solar nació hace 4.6 mil millones de años, a 30.67 metros de nosotros.

Aunque mucha gente cree que la vida en nuestro planeta ha estado casi a la par de la duración de este, eso es incorrecto. En realidad la vida apareció en nuestro planeta hace 3,500 millones de años, es decir, a 23.33 metros de la actualidad. A 23.33 metros de nosotros aparecieron los primeros indicios de la vida, tal vez en forma de algas flotando libremente en antiguos mares, transformando la atmósfera rica en dióxido de carbono en una con un poco más de oxígeno. Hace 700 millones

de años (4.67 metros) aparecen sobre la faz de la Tierra las primeras medusas y los primeros gusanos. Finalmente, hace 570 millones de años (3.8 metros) finaliza la primera gran Era de la historia de la Tierra, el Precámbrico e inicia el Paleozoico (*Vida antigua*) el cual finalizó hace 245 millones de años (1.63 metros). En este lapso de 325 millones de años (2.17 metros) se presentaron 6 diferentes períodos: el Cámbrico, con la aparición de los primeros peces, trilobites, corales y caracoles; el Ordovícico, con sus nautiloides y una mayor abundancia en corales y trilobites; el Silúrico, con la invasión de las plantas en tierra firme; el Devónico, cuyo telón de fondo sirvió para la presentación de los primeros anfibios, insectos y arañas; el Carbonífero, caracterizado por la presencia de los primeros reptiles en un ambiente de bosques de pantano de carbón, y el Pérmico, con los primeros reptiles con aleta en el lomo. Al final de la Era Precámbrica se presenta una gran extinción la cual arrasó con muchos animales marinos y terrestres.

A continuación viene la Era Mesozoica (*Vida media*) la cual inició hace 245 millones de años y finalizó hace 65 millones de años (1.63 metros a 43 centímetros). En este lapso de 1.2 metros de historia se presentaron sucesivamente los períodos

s Triásico (primeros dinosaurios, mamíferos, tortugas, cocodrilos y ranas), Jurásico (dominio pleno de los dinosaurios sobre la faz de la Tierra) y el Cretácico (aparición de las primeras serpientes y mamíferos modernos).

La última Era la desglosaremos un poco más. Se trata del Cenozoico (*Vida moderna*) y abarca desde hace 65 millones de años hasta la actualidad. Consta de 6 períodos, los cuales son el Paleoceno (inició hace 65 millones de años o 43 centímetros en nuestra escala) y en él hubo una rápida expansión de los mamíferos, con aparición de los primeros búhos, musarañas y erizos; el Eoceno inició hace 58 millones de años (38.67 centímetros) y en él hicieron su aparición los perros, gatos, conejos, elefantes y caballos; el Oligoceno (inicio hace 37 millones de años o 24.67 centímetros) y se caracterizó por la aparición de los primeros ciervos, monos con cola, cerdos y rinocerontes. En el Mioceno (inicio hace 24 millones de años o 16 centímetros) aparecieron los primeros ratones, ratas y monos sin cola. El Plioceno inicia hace 5 millones de años (3.33 centímetros) y en él surge el *Australopithecus*, además de presentarse las primeras ovejas. El último período del Cenozoico es el Pleistoceno, el cual abarca los últimos 2 millones de años de historia

de la Tierra hasta llegar a nuestros días. En nuestra escala, corresponde a los últimos 1.3 centímetros de los 100 metros con los cuales iniciamos el recorrido. En el Pleistoceno ocurrieron las eras glaciares y por fin aparecen los primeros seres humanos. Ahora bien, se mencionó previamente que las primeras civilizaciones aparecieron hace 5,000 años, es decir, abarcando los últimos 0.0033 centímetros (0.033 milímetros). Los últimos 2,000 años corresponden a 0.013 milímetros, o lo que es lo mismo 13 micras. Los últimos 100 años corresponden a las últimas 0.66 micras en nuestra larga escala de 100 metros.

Un glóbulo rojo de nuestra sangre mide unas 7 micras de diámetro en promedio. Nuestros últimos cien años de historia no alcanzan el tamaño de estos glóbulos rojos. Un componente de las células son las mitocondrias, las cuales son útiles para la obtención de energía para todas las actividades celulares. Miden unos 0.5 a 1.0 micras de ancho a 10 micras de largo. En nuestra escala de los 100 metros, apenas nuestros últimos 100 años de historia abarcan el grosor de una mitocondria. Ahora supongamos la sola historia de un adulto joven, digamos de 30 años, equivale a los últimos 0.2 micras, o lo que es lo mismo, 200 nanómetros. Una molécula de colágeno mide 280 nanómetros

aproximadamente. Un solo año de nuestras vidas equivale a las últimas 0.0067 micras o 6.7 nanómetros. Una sola vuelta de la hélice del ADN mide 3.4 nanómetros, por lo que dos vueltas serían 6.8 nanómetros. Un año equivale a la longitud de estas 2 vueltas de la doble hélice del ADN en nuestra escala. Un día es igual a 0.018 nanómetros, mucho más pequeño que el diámetro de un átomo, el cual oscila entre los 0.1 y los 0.5 nanómetros.

Con todo este ejercicio mental no damos cuenta de cuan antigua es la historia del Universo, allá en el lejano metro 100 cuando todo inició. Nosotros sólo somos una hebra de colágena de 200 nanómetros (200×10^{-9} metros) en esta enorme distancia.

© 2006, José Fco. Camacho A.

Hace poco se ha celebrado en Madrid el llamado Congreso Internacional de Matemáticos o ICM, y se ha hablado mucho de un matemático llamado Grigori Perelman que ha resuelto uno de los grandes problemas abiertos de las matemáticas, la conjetura de Poincaré. Entre otras cosas, se ha dicho que esta conjetura ayudará a conocer la verdadera forma del Universo. El caso es que en ninguna parte han tratado de profundizar un poco más ni en la ciencia matemática a la que pertenece dicha conjetura, la topología, ni en cómo exactamente va a ayudar a semejante prodigio de la astrofísica, y por eso me he liado la manta a la cabeza y he decidido (intentar) explicarlo siendo lo más claro posible, pero tampoco simplista. Así que vamos allá. En este primer artículo voy a hablar un poco de la topología y a lo que se dedica.

Lo primero de todo: la topología NO tiene nada que ver con la topografía, un error bastante habitual. La topología es una rama de la geometría que tiene como objetivo clasificar todas las formas existentes. Así de fácil y así de complejo. De ese modo, al conocerse todas, se podría ayudar a muchas otras ciencias a la hora de establecer modelos aproximados de la realidad, y en especial a la física.

Lo primero que hace la topología es

tener en cuenta el asunto de las dimensiones de los objetos, desde una sola dimensión hasta las que uno quiera (no hay límite en términos abstractos). Es importante no confundir la dimensión de un objeto con la del espacio que lo contiene. Por ejemplo, una pelota tiene dimensión dos, aunque está dentro del espacio tridimensional. ¿Y por qué es esto? Pues porque si fuéramos un bicho y estuviéramos apoyados en la pelota para nosotros no sería muy distinto de un plano. Fijado un punto de partida, con dos números (latitud y longitud) nos bastaría para desplazarnos, igual que en un plano nos bastaría con saber cuándo a la derecha o izquierda y cuando arriba o abajo nos desplazamos del origen. Por otro lado, un muelle posee una sola dimensión, porque por el mismo motivo, viviendo *dentro* de él no notaríamos diferencia entre él y un alambre recto.

Vamos a llamar a los objetos de dimensión dos superficies (porque en verdad lo son).

Por fortuna hay métodos indirectos para poder distinguir unos objetos de otros. Del mismo modo que nosotros no necesitamos salir de la Tierra para saber que es redonda, ciertas evidencias físicas como la gravedad o el concepto de curvatura y las longitudes de las sombras nos darían pistas para saber cómo es una superficie en la que estamos

atrapados.

Claro, alguien puede decir, pues para qué eso si podemos verlo desde fuera. Eso está muy bien si hablamos de superficies, pero hemos dicho que la topología se encarga de todas las dimensiones. Pensemos en dimensión tres. Igual que hay muchas clases de superficies, hay muchas clases de objetos de dimensión tres, aunque no los podamos percibir. De hecho, vivimos dentro de uno muy grande del que parece que no podemos escapar: el Universo. Así que enfocar el estudio de estas formas desde el punto de vista anterior no es una tontería, ni mucho menos.

De modo que nos centraremos en las superficies. Salvo algunas pocas excepciones de objetos unidimensionales (como por ejemplo un hilo), en nuestra vida cotidiana todo lo que nos rodea son superficies. Claro, así a priori pensar en clasificar todas esas formas parece una tarea titánica. Y en verdad lo es, además de un poco innecesaria, porque en el fondo hay formas que no son tan distintas de otras. Es por ese motivo que los topólogos, para hacerse la vida un poco menos imposible, decidieron que si podíamos coger una superficie y deformarla hasta obtener otra, entonces eran esencialmente iguales. Por ejemplo, todas las pelotas, con

independencia de su radio, son iguales, porque podemos estirarlas o aplastarlas hasta tener las otras. Y no sólo eso, de hecho un balón de rugby es igual a una pelota, e incluso una cuchara es igual a una pelota. Imaginen que la cuchara es de plastilina, por tanto la pueden deformar todo lo que quieran mientras no corten ni peguen nada hasta hacer una pelota con ella. Pero por ejemplo, un donut nunca será igual a una esfera, porque por mucho que deformen, no podrán librarse del agujero del medio (por eso es importante la regla de no pegar ni cortar).

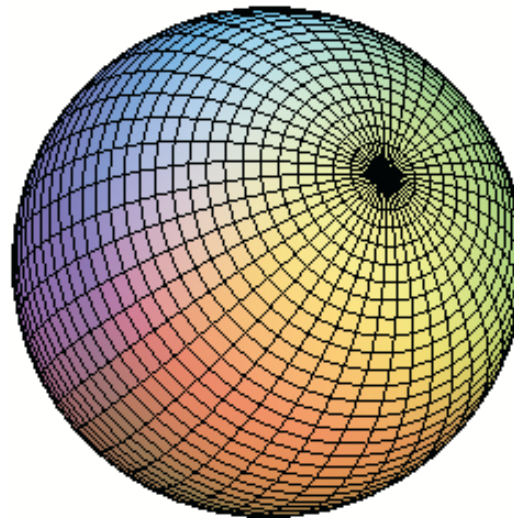
Bueno, la clasificación es ahora un poco más sencilla... ¿o no? Pues aunque parece que hemos simplificado muchísimo, aún existen demasiadas formas. De modo que vamos a pedir algo más, dos propiedades un poco extrañas pero que dan coherencia a todo el asunto.

La primera es que los objetos serán compactos. La idea de un objeto compacto es que aunque no esté acotado, posee propiedades y ventajas parecidas. Eso se consigue poniendo una serie de propiedades matemáticas que no vienen al caso, y es razonable porque los objetos no compactos de dos dimensiones son muy escasos en la naturaleza.

Por otro lado vamos a pedir que no tengan borde. Por borde se entienden

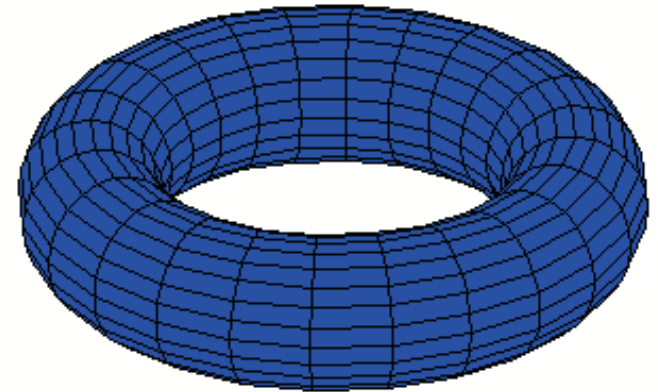
finales bruscos, como las esquinas de un cubo o la base de un cono. El motivo de eso es que con nuestro truco de deformar podemos hacer suaves esos bordes, de modo que considerar objetos con borde no haría más que complicar las cosas.

Vamos mejor. Esto ya empieza a tener buena pinta. Ahora presentaré una serie de superficies importantes en el mundo de la topología. La primera de ellas ya la conocen. Es la esfera.



La esfera es una superficie muy importante. Para empezar, porque con nuestro truco de deformar, hay millones de cosas que pasan a tener la *misma* forma de una esfera. Sólo en mi escritorio cuento así en un momento un par de docenas (eso sin incluir todos y cada uno de mis bolígrafos y lapiceros).

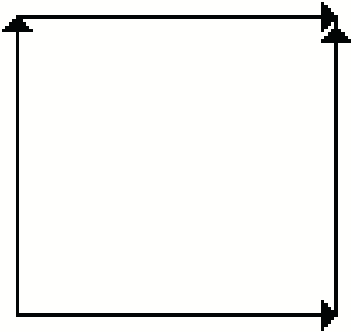
El siguiente en la lista hay sido mencionada antes bajo la forma de donut. Su nombre matemático es el toro.



Es importante destacar del toro que, como decía antes, tiene entidad propia, no es como la esfera. El toro es el gran representante de todos los objetos con un agujero que conocemos, como una taza de café. El agujero hace que, por ejemplo, dos viajeros, uno que siga un círculo vertical, y otro que siga un círculo horizontal, no puedan jamás encontrarse salvo al regresar de nuevo al punto de partida (no como en la esfera, donde sus rutas se cruzan en las antípodas).

Otra cosa importante del toro es que hay una manera de *dibujarlo* en dos dimensiones, y es como si fuera una especie de recortable. Cogemos un cuadrado (que si es necesario podemos estirar como chicle en vertical ú horizontal, recuerden), y

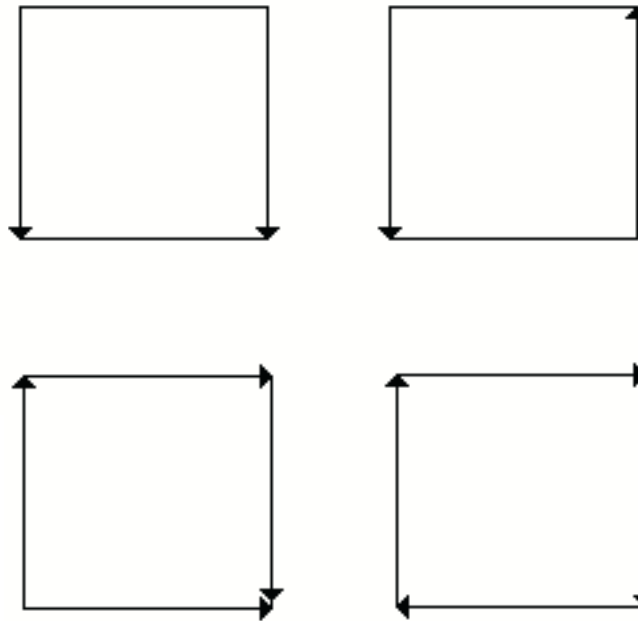
pegamos los lados opuestos entre sí teniendo en cuenta que las puntas de las flechas deben coincidir:



¿Por qué es importante (y mucho) esto? Porque podemos estudiar una superficie usando sólo dibujos planos. Si un bichito que viviera en una pelota de tenis evolucionara mucho, podría hacerlo, de hecho, aunque no tuviera percepción de la tercera dimensión. Y volviendo al Universo, nosotros apenas tenemos percepción de la cuarta dimensión, pero gracias a este procedimiento, podemos *ver* el Universo a partir de un esquema de recortables parecido a éste. Claro, es más complicado porque ahora las cosas que se juntan no son líneas sino superficies y en teoría no partimos de un cuadrado sino de un cubo, pero la idea básica se mantiene.

Pero vamos a regresar al cuadrado. A base de poner distintas flechas uno puede jugar una barbaridad y obtener formas de lo más variopintas. Incluyendo una nueva

regla, que es que los lados opuestos sin flechas no se deben pegar, vamos a poner unos ejemplos a ver si son capaces de distinguir de qué figuras hablamos:

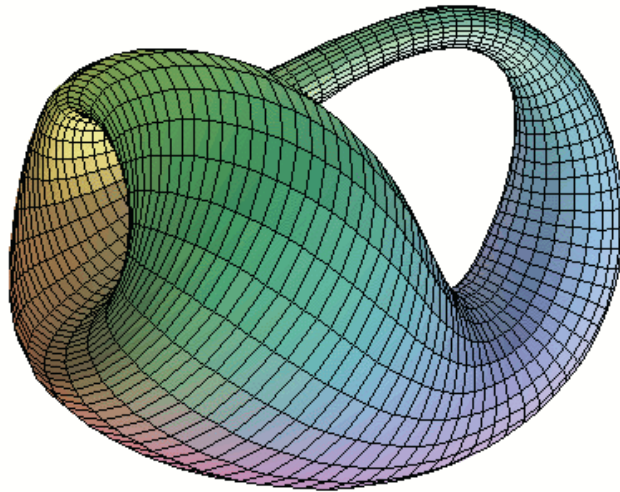


La primera, en efecto, es un cilindro, pues es como coger una tira de papel y pegarla por los extremos. La segunda, sin embargo, al tener las flechas apuntando al revés, da otra forma ligeramente distinta. La idea es que antes de pegar los extremos de nuestra tira damos un giro. Esta superficie, que seguro a muchos les suena porque la ciencia ficción la adora, es la banda de Moebius (no confundir, por cierto, con el por otro lado magnífico dibujante).



La banda de Moebius tiene una extraña propiedad: no posee nada que se pueda llamar *dentro* y *fuera*. A un cilindro, con poner dos tapas, le basta para poseer interior y exterior. Un toro y una esfera, evidentemente, lo poseen. Pero cualquier intento de hacer eso con la banda de Moebius está destinado al fracaso. De hecho, si uno se pone a andar por la cara interior de la banda, de repente aparece por la cara exterior y viceversa. Ojalá pasara eso con una esfera, en concreto con nuestro planeta (es decir, que viajando por el exterior que de repente apareciéramos en el interior). Esta propiedad se llama ser no orientable, y la banda de Moebius no es la única superficie que la posee. Los dos últimos cuadrados tampoco lo son. Es posible que algunos se hayan roto la cabeza intentando imaginar qué formas tienen. No se esfuerzen, no se pueden concebir por la mente humana con

claridad de lo extraños que son porque no pueden ser dibujados en un espacio de dimensión tres. El primero de ellos se llama la Botella de Klein, y el dibujo que mejor lo aproxima es el siguiente:



Es una superficie muy rara pero muy importante, la idea es que la botella tiene conectado el cuello y la base y está a la vez dentro y fuera de sí misma, pero esto es sólo una manera de hablar, porque como la banda de Moebius, no posee dentro ni fuera. La otra se llama el plano proyectivo. La representación del cuadrado de arriba no es la más habitual para referirse a ella. Se usa mucho en dibujo técnico y en perspectivas, porque en ella no existen las rectas paralelas (de hecho, se puede decir que su inventor es Leonardo Da Vinci).

Sólo me falta un ingrediente para la

gran receta, y es la suma conexa de dos superficies. La idea de la suma conexa es: cogemos un tubo, pegamos un extremo a una superficie, otro a la otra, y tenemos una suma conexa. Como podemos deformar lo que queramos, al final es como si cosiéramos una superficie a otra, en cierto modo. Así que vamos a ver, la suma conexa de un toro y una esfera es... un toro con un bulto redondo enorme, ¿no? Pero, deformamos el bulto enorme (imaginen que es como un grumo de harina que hundimos) y tenemos... pues otra vez el toro. Ahora, la suma conexa de dos toros es... pues es una figura nueva. Tener dos agujeros no tiene nada que ver con tener uno ni tener ninguno. Esta figura se llama, como es lógico, el ocho. Es representante de objetos de la vida cotidiana con dos agujeros, como unas tijeras.

Y por fin, llega la gran clasificación. Vale, vale, vale, tenemos una superficie cualquiera, que es compacta y sin borde, acordamos. Entonces:

Si es orientable, es o una esfera, o un toro, o sumas conexas de varios toros entre sí (tres agujeros, cuatro, cinco...)

Si no lo es, o es el plano proyectivo, o es la Botella de Klein, o es sumas conexas de estas dos superficies (aquí podemos mezclar, y salen cosas distintas, no como arriba, que coser una esfera no vale para

nada).

Y ya está. Se acabó. No hay más. De este modo se obtienen TODAS las superficies que existen en el Universo. Si ya quieren ser más precisos, empiezan a deformar y punto, pero tampoco es necesario, porque la geometría de dos superficies, si una es deformada a partir de la otra, posee la misma naturaleza. De modo que ahora conocen todas las formas esenciales de todas las superficies del Universo. Bueno, este resultado, por supuesto, es difícil de demostrar, mucho.

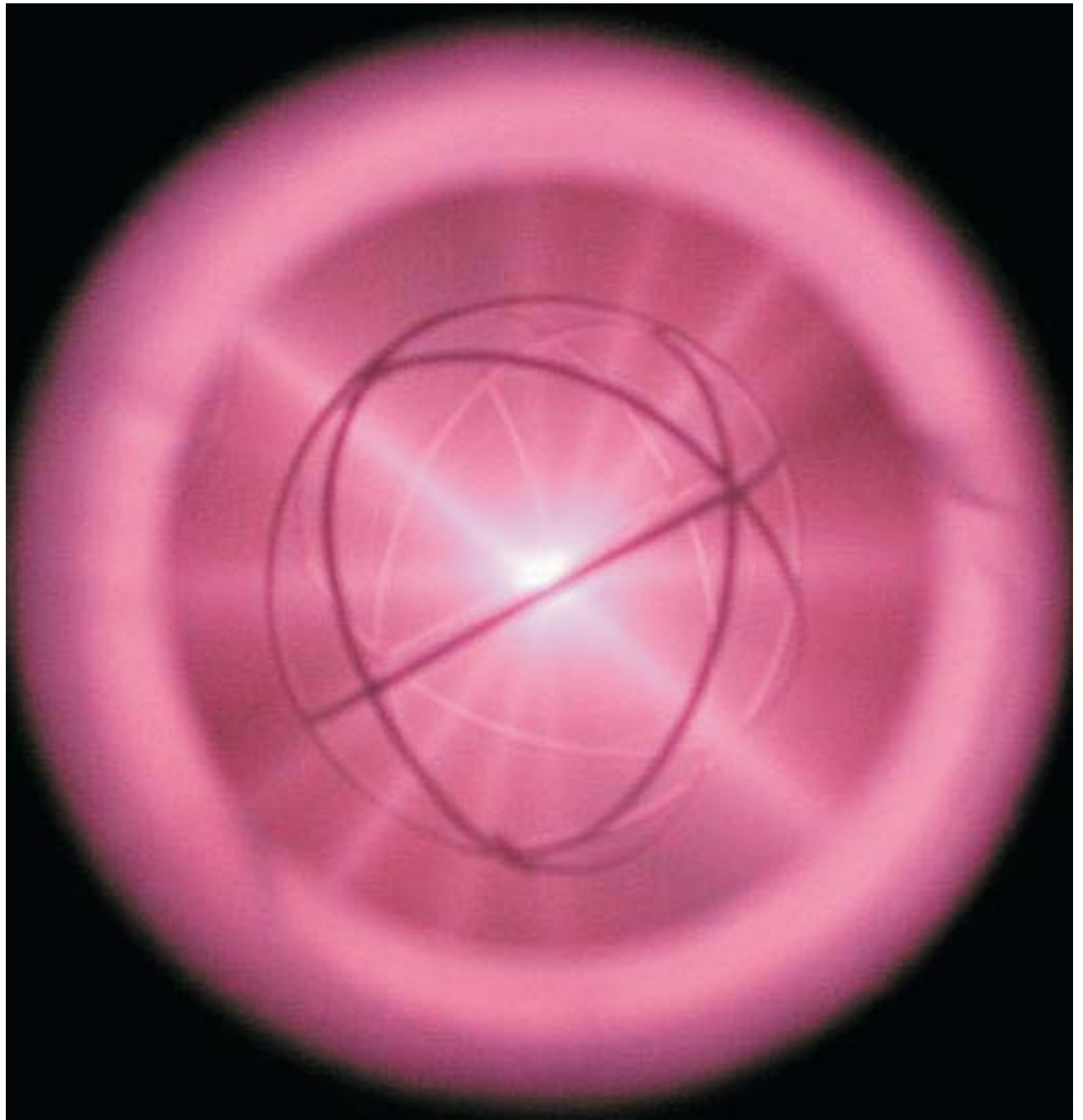
Por desgracia, no se ha conseguido este resultado en las superficies de tres dimensiones, es decir, no sólo es que no sepamos qué forma tiene el Universo, es que ni sabemos con seguridad todas las posibilidades. Pero aun así, existen ciertas cosas que debería cumplir. Por otro lado, el reciente descubrimiento de Perelman ha ayudado a que haya que buscar menos formas. Pero todo esto, en la segunda parte de este artículo. (Para más detalles leer el artículo *La Forma del Universo*, por Vicente Muñoz).

© 2006, Miguel Ángel López Muñoz.

Necesitamos energía

Se ha dicho que el nivel de vida y el grado de desarrollo de una civilización humana dependen de la disponibilidad de energía que tiene. En un pasado no tan remoto, el hombre disponía solamente de su propia musculatura para hacer el trabajo físico. Más adelante la mayoría de las civilizaciones tuvieron a su disposición animales domésticos para carga y tiro, tales como caballos, bueyes, camellos, elefantes y llamas. Además, aprendieron a utilizar algunos recursos naturales en su provecho, como la luz solar que permitía la agricultura; las corrientes de aguas que movían las ruedas de molinos; y la fuerza del viento que impulsaba los navíos por los océanos del mundo.

En los últimos siglos el uso de energía por habitante ha crecido en forma exponencial. Con la máquina de vapor el hombre tuvo a su disposición una manera de producir energía mecánica que cambió al mundo, provocando la revolución industrial. Pronto le siguieron la generación y utilización de la electricidad, el motor a combustión interna, y finalmente, durante a mediados del siglo XX de los reactores de fisión nuclear. Todo parecía ir bien hasta que en las últimas décadas del siglo XX llegó nos dimos cuenta que las reservas de petróleo era limitadas, y que la energía



de fisión nuclear era demasiado peligrosa para ser de mucha utilidad.

Hoy nos encontramos ante un problema energético grave. Estamos en un punto donde se requiere cada vez más energía, no sólo para suplir las necesidades básicas de la población sino que también para elevar el nivel de vida general de la humanidad. Sin embargo, las fuentes de energía que disponemos en la actualidad están llegando al límite de lo que pueden hacer por nosotros. Las que tenemos a nuestra disposición en la actualidad son los combustibles fósiles, la energía de fisión nuclear, la energía hidráulica, la energía solar, la geotérmica y la eólica. Veamos por qué cada una de ellas tiene limitaciones graves.

Los combustibles fósiles presentan varios problemas. Primero, las reservas son limitadas y la demanda siempre creciente permite prever que a largo plazo no contaremos con ellas. Más grave aún, la quema de combustibles fósiles es una fuente importante de contaminación atmosférica. Además, ha sido identificada como la causa del efecto invernadero que está provocando el calentamiento global de la Tierra.

La energía de fisión nuclear, si bien no provoca contaminación atmosférica, es potencialmente más peligrosa que la quema

de combustibles, pues de producirse un accidente tiene el potencial de contaminar con radioactividad zonas extensas de terreno, inutilizando el área por siglos. El daño que produce a la población no se limita a la muerte directa, sino que se extiende a la inducción de cánceres y mutaciones de las células germinales de las personas, con consecuencias en futuras generaciones. Es más, el manejo de los residuos radiactivos es complejo, pues requiere de instalaciones capaces de almacenarlos por los miles de años que le toma a la radioactividad en consumirse. Además, los proyectos de fisión nuclear demandan grandes inversiones, tanto en las plantas como en el transporte, con el fin de aumentar la seguridad. Gastos necesarios para evitar accidentes, y para impedir que los materiales radioactivos caigan en manos de terroristas, quienes los pueden usar en la confección de armas radioactivas y bombas nucleares. Todo esto hace que la fisión nuclear sea muy cara y compleja, y que no tenga futuro como alternativa energética.

La energía hidráulica es capaz de generar energía en la cantidad que demanda nuestra sociedad. Sin embargo, la construcción de represas presenta un impacto ambiental que es cada vez más intolerable. Y aún si se hiciera uso intensivo

de ella, la disponibilidad de ríos aptos para ser represados es baja, por lo cual esta alternativa tampoco es viable a largo plazo. Otras formas de energía, como la térmica, solar y eólica, están limitadas tanto por su rentabilidad como por su naturaleza caprichosa, por lo cual no pueden representar más que paliativos al problema y no soluciones a largo plazo.

Para salir de esta encrucijada energética sólo existen dos caminos disponibles. Uno es el aprovechamiento de la energía solar directamente en el espacio, pues ahí se puede captar en grandes cantidades y sin las limitaciones del ciclo diario ni de la interferencia de la atmósfera, pero tal proyecto requeriría de inversiones y de una infraestructura que escapan a lo que la humanidad puede hacer en el presente. Más cercano está el uso de la fusión nuclear; fuente de energía perfectamente factible de realizar y que está en plena etapa de desarrollo. Se trata de una tecnología que sabemos que funcionará bien pues sobre nuestras cabezas hemos tenido por miles de millones de años un gigantesco reactor de fusión nuclear: el Sol.

Reactores de fusión nuclear

Aún cuando suelen confundirse, la fusión nuclear es completamente diferente a la energía nuclear convencional, o fisión. Se

trata, en efecto, del proceso inverso. En vez de destruir átomos pesados para generar energía, la fusión toma átomos ligeros y los fuerza a unirse en elementos más pesados. En el proceso la fusión genera mucho más energía que la energía atómica convencional.

Existen varios procesos de fusión alternativos, pero en la actualidad se investiga el denominado "deuterio más tritio" (llamado D+T), que consiste en fusionar dos formas de hidrógeno en átomos de helio. El hidrógeno común cuenta de un protón y un electrón que le circunda, y esa es la forma más común de ese elemento. Sin embargo los elementos atómicos se presentan en variedades, llamadas isótopos, que difieren de acuerdo al número de neutrones que hay en el núcleo atómico. El **deuterio** es el isótopo del hidrógeno que tiene como núcleo a un protón y un neutrón, mientras que el **tritio** es aquel con un protón y dos neutrones. Ahora bien, la reacción de fusión consiste en unir un átomo de deuterio con uno de tritio, lo cual genera como resultado una partícula alfa (o núcleo de helio-4, isótopo de helio con dos protones y dos neutrones) de 3,5 MeV y un neutrón libre con una energía de 14,1 MeV. Como resultado de la reacción se liberan 17,6 MeV por cada par D+T fusionado.

Los 17,6 MeV (millón de electrón-voltios) no son mucha energía en sí, pero si la comparamos con los 4 eV que genera cada átomo de carbón al quemarse vemos que la fusión es un proceso que genera millones de veces más energía por unidad de masa. Como referencia, la destrucción de cada átomo de uranio en fisión genera 200 MeV, veinte veces más que la fusión D+T, pero usando para ello átomos cien veces más pesados que el hidrógeno. A igual masa, la fusión produce un rendimiento energético mayor que la fisión, sin los peligros y costos de esta última.

En resumen, la fusión pareciera ser una fuente de energía ideal. Sin embargo, para provocarla se requiere quebrar la resistencia electrostática que ejercen entre sí los protones de los núcleos atómicos. Para ello se debe invertir aproximadamente 0,1 MeV por cada par deuterio-tritio, lo cual expresado quiere decir que para alcanzar un proceso de fusión estable se requiere que los elementos de la fusión tengan una temperatura de 100 millones de grados.

Camino a la fusión

En 1905 Einstein enunció su Teoría Especial de la Relatividad, uno de cuyos corolarios fue la famosa ecuación de la equivalencia de la masa y la energía ($E=mc^2$). Esta fórmula dejó en evidencia



la enorme cantidad de energía contenida en la materia. Desde entonces los investigadores han buscado formas de liberarla. Pero no fue hasta 1939 cuando Hans Bethe desarrolla la teoría de la fusión nuclear, la cual se aplicaría al desarrollo de armas termonucleares, o de fusión. Este esfuerzo culmina en 1952 cuando Estados Unidos lanza la primera bomba de hidrógeno.

En aquella época los reactores de fisión estaban en pleno desarrollo y parecía evidente que los reactores de fusión serían

una realidad en el futuro cercano. Sin embargo un reactor de fusión nuclear es más complejo que uno convencional, pues se requiere el manejo de la materia en condiciones extremas, de ahí que fueran necesarias muchas décadas para conseguir los primeros resultados.

En 1950 los soviéticos Igor Tamm y Andrei Sakharov desarrollan el concepto de Tokamak, una rosquilla magnética que sirve para retener el plasma de los elementos a fusionar. El plasma (gas con núcleos y electrones inestables) circula por el anillo calentado por una fuerte corriente eléctrica, permaneciendo confinado gracias a los campos magnéticos del contenedor. La corriente eleva la temperatura del plasma por sobre los cien millones de grados, donde se alcanza la fusión.

Desde el trabajo fundacional de Tamm y Sakharov la investigación se ha centrado en mejorar las técnicas de confinamiento de los plasmas y las maneras de estabilizar el proceso. En la actualidad se han logrado los siguientes hitos:

Un record de 500 millones de grados en períodos breves.

10 MW de potencia, generada de manera experimental en Princeton en 1994, el cual fue superado por el JT-60 de Japón, que

tiene el récord de 50 MW en la actualidad.

En el presente el problema que persiste es conseguir que las reacciones de fusión nuclear sean estables y duraderas. Se habla de alcanzar la "ignición". Vale decir, de que el proceso genere más energía de la que consume y que funcione durante largos períodos de tiempo. Luego que eso se consiga deberá mejorarse el proceso para hacerlos económicamente rentable.

La investigación con tokamaks sigue adelante y nuevas máquinas se construirán sin duda. En el presente los ojos están puestos en el proyecto ITER, que pretende construir un tokamak mucho más grande y que demuestre que la fusión nuclear es práctica.

Por otra parte en las últimas décadas ha surgido una alternativa al tokamak denominada "fusión inercial". Esta consiste en calentar con pulsos láser minúsculas cápsulas que contienen los elementos a fusionar. En la actualidad se está construyendo en Estados Unidos la National Ignition Facility, una planta experimental de fusión que constará de 192 láseres de alto poder, los que administrarán 500 trillones de watts a las cápsulas de combustible y las comprimirán hasta 1000 gramos por centímetro cúbico, en un proceso de fusión estable y controlada. Se

espera que esté construida en 2010.

En conclusión, el camino de la fusión ha tomado varias décadas, con esfuerzos sistemáticos que parten en la década de los '50. En este momento la estabilidad del proceso está al alcance, pero es probable que tome unas tres décadas más para desarrollar reactores de fusión prácticos y económicos. Reactores que puedan comenzar a utilizarse en la producción comercial de energía.

Contaminación

Contrariamente a lo que se piensa generalmente, el proceso deuterio-tritio (D+T) no es totalmente limpio, pues genera una cierta cantidad de radiación residual. Sin embargo, la cantidad de radiación producida es ínfima si se la compara con la que generan las centrales de fisión. Además, el tipo de materiales radiactivos que genera tienen una vida media mucho más corta, de alrededor de diez años. A modo de comparación, los materiales de fisión producen materiales radiactivos que tienen vidas medias de milenios. Con cuidado se puede lograr que la fusión produzca un impacto ambiental infinitesimal. Es más, existen procesos de fusión diferentes al D+T que producen cero radioactividad, pero todavía que no han sido desarrollados.

Cuando sea realidad

Entre unos 30 a 50 años en el futuro, cuando el mundo disponga de fusión en gran escala, el panorama de la energía mundial cambiará radicalmente. La fusión nuclear se usará para generar energía eléctrica en forma masiva y segura, permitiendo la eliminación de las plantas de fisión nuclear y las termoeléctricas, y hará innecesaria la construcción de nuevas plantas hidroeléctricas.

Ahora bien, la disponibilidad de grandes cantidades de energía permitirá generar combustibles sintéticos. En particular, se usará para obtener hidrógeno del agua de mar en grandes cantidades. Este gas se usará para reemplazar a los combustibles fósiles en calefacción y en la propulsión de automóviles, aviones y barcos. Además, el sueño de la desalinización masiva de aguas de mar se realizará usando plantas de fusión nuclear. Todo lo cual cambiará el aspecto de las zonas desérticas del planeta.

En resumen, la fusión nuclear solucionará los problemas energéticos de una humanidad y un mundo que sufren por la contaminación de las fuentes actuales de energía.

Más a futuro

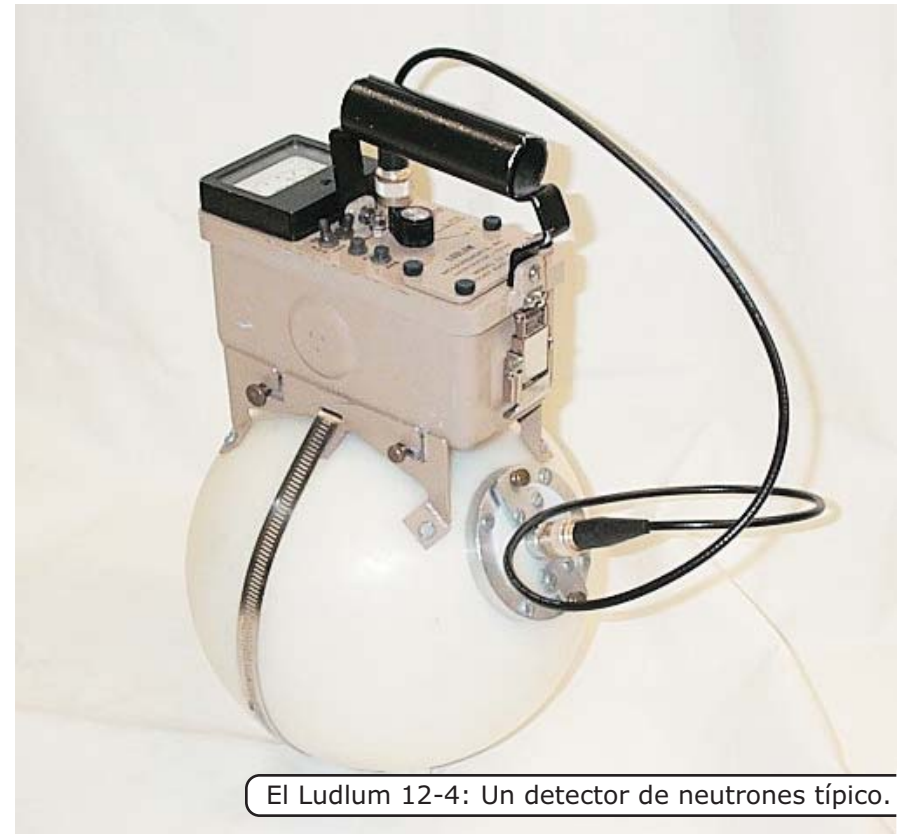
Pero existe otra serie de beneficios que permitirán que la humanidad salga de su

estancamiento relativo de la actualidad. He aquí una lista de los posibles beneficios a largo plazo de esta fuente de energía:

Posibilitará el incremento del uso de energía per cápita. Es probable que el hombre de siglos futuros use hasta diez o más veces la energía por habitante que consumimos actualmente. Esto significará un aumento significativo en el nivel de vida de la sociedad y permitirá que las personas dispongan de bienes y servicios más abundantes y de mejor calidad.

Permitirá el desarrollo de nuevas formas de transporte. Es posible imaginar barcos, submarinos, aviones hipersónicos y naves espaciales propulsados por fusión nuclear, con rendimientos mucho mayores que los vehículos actuales, y sin el peligro de los reactores nucleares de fisión.

Con el tiempo, si se consigue miniaturizar las plantas de energía, es



El Ludlum 12-4: Un detector de neutrones típico.

posible que sean el motor de vehículos pequeños tales como automóviles y camiones. Incluso podrían hacer factible el viejo sueño del auto volador práctico.

El viaje a las estrellas es posible mediante el uso de reactores de fusión especiales. En el proyecto Dédalo, de la Sociedad Planetaria, se propone la creación de una nave espacial propulsada por fusión nuclear que tendría como objetivo alcanzar la estrella de Bernard, distante 5,9 años

luz, en un plazo de 50 años. Para ello se usaría un motor "cohetes" en cuya cámara se fusionarían pequeñas cápsulas de combustible, generando plasma que sería expelido por las toberas. Se trata de un sistema factible para mandar sondas a las estrellas.

Ideas para historias de ciencia-ficción: Fusión y sociedad

Es momento de pensar en el impacto que tendrá la fusión en la sociedad. De cumplir su promesa de ser una fuente de energía segura y relativamente económica podemos esperar que el mundo se llene de reactores de fusión, produciéndose los siguientes efectos:

Al aumentar la oferta de energía, el precio de la misma disminuirá. La energía estará disponible a un costo relativamente bajo tanto a nivel industrial como personal. Esto, unido al estancamiento demográfico que se prevé a partir del 2050, provocará un renacimiento global a gran escala. La gente común de todos los continentes gozará de un nivel de vida muy superior al actual, en un salto aún mayor que el existente entre el hombre actual y el de la época anterior a la revolución industrial.

Procesos industriales, tales como los

químicos, metalúrgicos y la manufactura, serán más simples, y sus costos serán más bajos, pues dispondrán de energía más abundante y barata.

La desalinización masiva de las aguas de mar reverdecerá los desiertos. Estos serán factibles por la caída del costo de la energía eléctrica que producirá la fusión.

Los aviones hipersónicos (velocidades de Mach 10 y más) serán comunes, achicando el mundo una vez más. Muchos de ellos portarán reactores de fusión en sus motores.

Transbordadores espaciales de gran capacidad, capaces de llevar a órbita a cientos de pasajeros, se convertirán en realidad gracias a propulsores de fusión. Se quebrará la barrera del espacio, permitiendo llevar grandes cantidades de materiales y personas desde y hacia órbita.

Los autos voladores serán factibles, gracias a la disponibilidad de hidrógeno abundante que será usado como combustible. Más a futuro es probable que se usen plantas de fusión directamente en los vehículos pequeños.

Los viajes interestelares serán factibles,

gracias a reactores de plasma, basados en la fusión inercial.

Será inevitable un reverdecimiento del mundo, pues las tecnologías energéticas del futuro estarán basadas en fusión para la generación, en el hidrógeno para uso en vehículos pequeños, y en la electricidad para la distribución energética, todas las cuales son energías limpias.

Estos son algunos de los avances que producirá la tecnología de la fusión nuclear. Sin embargo el impacto que producirán en la sociedad puede exceder con creces los meros cambios técnicos. La disponibilidad de energía prácticamente ilimitada cambiará el mundo. Ahora sólo falta la imaginación del escritor de ciencia-ficción para que podamos visualizar las consecuencias.

© 2004, Omar E. Vega.

Procesando cerca del cero absoluto: el efecto Josephson

Para poder entrar de lleno al tema debo hacer referencia a la trilogía *El Paralaje Neanderthal*, de Robert Sawyer, cuya trama gira alrededor de un portal abierto entre dos dimensiones, producto de un computador cuántico en la otra dimensión, una copia de la tierra donde la especie dominante son los neanderthal y no los cromagnon.

En la nuestra se vienen desarrollando prototipos de computadores cuánticos desde hace tiempo, y en el momento en que sean viables darán un impulso al desarrollo tecnológico comparable al paso de la regla de cálculo a una Workstation de cuatro procesadores en paralelo y con una cantidad obscena de memoria RAM.

Procesando con cuántica

La computación cuántica comienza donde termina la Ley de Moore, que según cálculos se agotará alrededor del 2020, cuando la miniaturización llevará los circuitos al nivel de átomos y moléculas. Sin embargo, a diferencia del computador que abre el portal en *El Paralaje*, en esta dimensión tenemos computadores cuánticos bastante primitivos aún.

Uno de los renombrados en su tiempo

fue el IBM Research5-qubit, que contiene cinco qubits: cinco átomos de flúor dentro de una molécula especialmente diseñada, de modo que los núcleos del flúor interactúen entre sí como bits de memoria. Para ponerla a prueba se empleó un problema conocido como "localización del orden", que consiste en la localización del periodo de una función particular, lo cual es típico de muchos problemas matemáticos básicos necesarios para aplicaciones informáticas como la criptografía, por ejemplo.

El problema puede ejemplificarse considerando un número determinado de habitaciones y un mismo número de pasillos ubicados al azar, algunos de los cuales conducen a una misma habitación. Se supone que, en cierto momento, una persona que avance por los pasillos y recorra las habitaciones volverá al punto de partida. El problema consiste en calcular, con el menor número de iteraciones, el número mínimo de transiciones que se requerirían para volver al punto inicial. El computador cuántico resolvió el problema en un sólo paso, mientras que uno convencional requeriría de hasta cuatro pasos.

Si bien el potencial de la computación cuántica es inmenso, y los últimos avances han sido muy prometedores para su



ACO duerme siesta gracias al Efecto Josephson

desarrollo, quedan aún enormes retos por delante, antes de que estas máquinas sean accesibles al público. Si bien los computadores cuánticos serán fundamentales para la elaboración de bases de datos y para resolver problemas matemáticos complejos, es improbable que puedan usarse para procesamiento de palabras, o para navegar por Internet.

Podría especularse que los computadores cuánticos aparecerán mucho

más temprano que tarde en centros de alta tecnología y complejos militares, pero a pesar de todo su potencial los computadores cuánticos no serían nada sin casi un siglo de investigación y desarrollo en superconductores.

Los superconductores

Los superconductores son metales y aleaciones que presentan cero resistencia a la corriente eléctrica a temperaturas muy bajas, típicamente inferiores a 13°K. Los superconductores se han empleado para construir electroimanes poderosos, pero las temperaturas necesarias para que estos materiales presenten propiedades superconductoras son demasiado bajas, lo que ha impedido que su uso se haya difundido.

En 1911, el científico holandés Heike Kamerlingh Onnes de la Leiden University logró bajar la temperatura del mercurio a 4°K y observó una extraña característica en él. Se dio cuenta que la resistencia eléctrica del mercurio a esa temperatura repentinamente desapareció, fenómeno que bautizó como superconductividad.

Años más tarde, en 1933, los científicos Walter Meissner y Robert Ochsenfeld descubrieron que los materiales superconductores tienen la capacidad de repeler un campo magnético actuando

como material diamagnético. Esto fue conocido más tarde como Efecto Meissner, y se ha descubierto que es tan fuerte que puede hacer levitar un imán colocado sobre un superconductor.

El primer avance teórico ampliamente aceptado sobre la superconductividad fue hecho en 1957 por los físicos norteamericanos John Bardeen, Leon Cooper y John Schrieffer, el cual fue llamado la Teoría BCS (por las iniciales de cada apellido) y que les hizo merecedores del Premio Nobel en Física en el año 1972. Esta teoría explica la superconductividad de elementos y aleaciones simples con temperaturas cercanas al cero absoluto, pero no es válida en la explicación del fenómeno a temperaturas mayores.

Un descubrimiento increíble sobre superconductividad fue hecho en 1986, cuando Alex Müller y Georg Bednorz, investigadores del IBM Research Laboratory, crearon un compuesto cerámico superconductor con la más alta temperatura registrada hasta entonces: 30°K. Este descubrimiento, (que les hizo merecedores del Premio Nobel de Física en el año 1987), fue notable, ya que generalmente las cerámicas son empleadas como aisladores puesto que no conducen corriente eléctrica.

Fue así como una nueva época en la historia de los superconductores nació

dando paso a los superconductores de alta temperatura. Investigadores de todo el mundo empezaron a "crear" cerámicas de cualquier posible combinación para obtener superconductores de mayor temperatura. Actualmente, el récord mundial de temperatura para un superconductor de alta temperatura (conocidos como HTS: *High Temperature Superconductor*) es de 138°K, pero ello será tema para un artículo posterior.

Brian D. Josephson

Maliciosamente omití en la sección anterior al físico británico Brian David Josephson, nacido en 1940 en Cardiff (Glamorgan, Gales), que predijo a los 22 años que la corriente eléctrica podría fluir entre dos materiales superconductores. Antes de obtener su doctorado en 1964, Josephson se interesó en la superconductividad, y empezó a explorar las propiedades de una juntura entre dos superconductores, que sería conocida después como Unión Josephson.

Josephson demostró teóricamente en 1962 que en este tipo de unión los pares de Cooper (la asociación de dos electrones), que dan al superconductor su resistencia nula, son capaces de pasar de un lado a otro a través del aislante por efecto túnel (fenómeno mediante el cual los electrones,

operando como onda, pueden penetrar sólidos; había sido estudiado anteriormente por los físicos Esaki y Giaever).

El efecto túnel entre dos superconductores podía tener características muy especiales, como por ejemplo el flujo de electrones a través de una capa aislante sin la aplicación de voltaje; al aplicar un voltaje, la corriente deja de fluir y oscila a gran frecuencia; se puede decir que el conjunto se comporta como si fuese un nuevo superconductor más grande a pesar de la resistencia del aislante. Éste es el efecto Josephson y es aplicado en instrumentos capaces de detectar campos magnéticos muy débiles

Cuando Josephson propuso esta idea, era tan increíble que ni siquiera su director de tesis quiso ser coautor. El artículo fue enviado a una revista que por aquel entonces era nueva, con la esperanza que ante la necesidad de material publicaran casi cualquier cosa; el artículo se publicó y más tarde Josephson recibiría el premio Nobel de física en 1973, junto a Esaki y Giaever.

La experimentación confirmó el efecto, y su aplicación a su vez reforzó la anterior Teoría BCS. Aplicando los descubrimientos de Josephson con superconductores, los investigadores de IBM habían ensamblado para 1980 un computador experimental de

velocidades de cálculo de 10 a 100 veces superior que aquellas logradas con los chips de silicio convencionales de la época.

La unión Josephson

Como mencioné en el párrafo anterior, el efecto Josephson puede emplearse en la detección de campos magnéticos muy débiles. De hace un tiempo se han venido empleando uniones Josephson para medir campos magnéticos con extrema precisión, circuitos electrónicos, puertas lógicas, amplificadores y células de memoria entre otras aplicaciones.

En el régimen clásico la unión Josephson se comporta como un inductor (bobina), pero hace un tiempo se predijo que también se puede comportar como una capacitancia (condensador) si la unión es lo suficientemente pequeña.

Ahora Per Delsing y un equipo de la Universidad Tecnológica de Chalmers en Suecia, e independientemente, Pertti Hakonen y sus colaboradores de la Universidad Tecnológica de Helsinki y del Instituto Landau de Física Teórica de Moscú han observado este comportamiento capacitivo por primera vez.

Uno de los problemas de diseño de un computador cuántico es que las múltiples superposiciones de estado, que permitirían la ejecución de innumerables operaciones

simultáneamente, son tan frágiles que el intento de leerlas las destruye. Este comportamiento capacitivo podría usarse para medir, sin destruirlo, el estado cuántico de los qubits en un futuro computador cuántico. De hecho, Hakonen ha usado este modelo para leer el valor de un qubit sin alterar su valor.

Según Mika Sillanpaa, en un futuro la unión Josephson podría usarse para operaciones a gran escala en ordenadores cuánticos; y la inductancia y capacitancia de la unión Josephson juntas podrían permitir la construcción de nuevos tipos de dispositivos electrónicos tales como amplificadores paramétricos de bajo ruido.

Límites actuales al rendimiento de los computadores

El progreso en la tecnología computacional basada en semiconductores ha sido espectacular en las últimas décadas. Pero mientras las densidades en los circuitos se verán incrementadas en el futuro, será más difícil mejorar la velocidad de procesamiento, y, en particular, el rendimiento de los sistemas.

Ocurre así porque el calor generado por la operación de los chips semiconductores de alto rendimiento ya es tan grande que no puede ser transferido directamente desde el chip al fluido refrigerante (por

ejemplo el aire, en un sistema de escritorio o un portátil).

El chip debe en cambio unirse a disipadores de calor para incrementar la interfase sólido—líquido (usualmente una placa en contacto con aire impulsado por un ventilador en los computadores actuales) y prevenir las fugas termales con temperaturas excesivas en el chip. Sin embargo los disipadores de calor son, por necesidad, voluminosos, y no permiten empaquetamientos densos en el chip.

Puesto que las señales eléctricas viajan a velocidad finita – de hecho, no más de 1.5 cm en 100 ps en líneas de transmisión – es evidente que las conexiones deben mantenerse pequeñas de forma que los retrasos de las señales dentro del chip y a través del circuito no disminuyan la alta velocidad de procesamiento del computador.

Puede decirse que mejoras en la velocidad de procesamiento bajo los 100 ps son inconsecuentes para sistemas computacionales de alto rendimiento, a menos que el enfriamiento y el empaquetamiento del chip pueda revolucionarse de forma similar. La unión Josephson, con su baja disipación de potencia y alta velocidad de procesamiento inherente, provee la respuesta a ambos problemas.

Potencial del efecto Josephson

El potencial de los hipotéticos computadores cuánticos basados en esta nueva tecnología desafía la imaginación: velocidades de cálculo más de diez veces superior a la velocidad actual de los computadores más rápidos de hoy día, con lógica miniaturizada que disipa menos de una milésima de la potencia de los actuales dispositivos basados en semiconductores VLSI (*Very Large Scale Integration*, integración a muy alta escala).

Dos atributos de los computadores cuánticos basados en el efecto Josephson tienen la clave de este gran potencial: velocidad de cálculo de 10 ps o menos y disipación de potencia para cada elemento medido en W. Características impresionantes como estas no se consiguen fácilmente. Para alcanzar la superconductividad, los dispositivos Josephson deben enfriarse a 4°K por inmersión en helio líquido. La física de estos dispositivos involucra una mezcla de mecánica cuántica, electromagnetismo y teoría de superconductores.

Gracias a su baja disipación de potencia, las uniones Josephson eliminan la necesidad de elaborar disipadores de calor, requeridos por los actuales chips semiconductores de alto rendimiento. Sin disipadores de calor, un empaquetamiento (integración) más

denso puede ser logrado, resultando en una reducción tanto del tamaño general del computador como del retraso de la señal entre los chips.

La refrigeración directa de los dispositivos Josephson por inmersión en helio líquido, a pesar de requerir una ingeniería cuidadosa, es enteramente factible hoy en día: los criostatos de helio ya están actualmente en uso para una variedad de aplicaciones.

Pros y contras de la baja temperatura

Puesto que los dispositivos Josephson operan a sólo unos pocos grados sobre el cero absoluto, deben sumergirse en helio líquido. Hirviendo a presión atmosférica, el helio líquido mantiene una temperatura de 4.2°K. La baja temperatura es a la vez beneficiosa y dañina.

Un aspecto beneficioso es que cables superconductores pueden ser usados muy delgados, lo que ayuda al proceso LSI. Otro beneficio de las temperaturas muy bajas es que el *ruido* (distorsión de las señales) a causa de la energía termal es aproximadamente 90 veces menor a 4°K que a 350°K, donde los dispositivos semiconductores usualmente operan.

Reacciones químicas y físicas tales como difusión, corrosión y electromigración están también virtualmente detenidas a 4°K.

Éstos y otros factores ofrecen el potencial para una operación ultraconfiable, a condición de que, por supuesto, no se presenten nuevos tipos de falla producidos por el ambiente de baja temperatura, tales como expansión termal: un potencial problema que puede resolverse eligiendo los materiales adecuados.

Por otra parte, la necesidad de ambientes de baja temperatura supone un costo agregado de mantenimiento por el criostato y los refrigeradores de helio líquido, además de los inconvenientes de mantener y dar servicio a computadores en un ambiente criogénico.

Volando sin red

Cuando la actual tecnología de superconductores de alta temperatura sea superada, requiriendo de temperaturas de 165-170°K para operar (puede sonar mucho, pero no es menos que la temperatura de un congelador doméstico) podremos ver desarrollos que hoy son materia de ciencia ficción.

Podrá haber computadores lo suficientemente rápidos para albergar inteligencias artificiales que puedan interpretar simultáneamente o que puedan ejecutar software de interpretación de modo que reemplacen a las actuales secretarías, mucho más eficientes y menos adictas a

conversar por teléfono.

Estos computadores podrán tener la suficiente capacidad de cálculo de modo de poder mantener proyecciones actualizadas al minuto de la economía mundial, y de todos los posibles escenarios dependiendo del movimiento de los índices económicos, así como proporcionar un análisis estadístico minucioso de las diferentes tendencias en el comercio mundial.

Tal vez podrá realizarse el proyecto del túnel submarino Nueva York – Londres, previamente simulado informáticamente para lograr el mejor diseño. Si alguna vez se ejecuta el proyecto de la pirámide de la bahía de Tokio, probablemente en su proyección se encontrará involucrado un computador cuántico.

Probablemente cuando los primeros computadores cuánticos entren en operación de forma confiable serán parecidos a UNIVAC, que ocupaba una gran habitación herméticamente sellada y que operaba a una temperatura constante de 50°C: verdaderos mastodontes a los que el acceso estaba restringido a personas del mundo académico y militar. Nadie pensaba en esos años que muchas veces la capacidad de UNIVAC hoy podía encontrarse en algo tan diminuto como un reproductor de mp3, sumergido en las profundidades

de un bolsillo o una cartera.

Tal vez un par de siglos después de la masificación de la computación cuántica, con superconductores a temperatura ambiente baratos y confiables, la humanidad será tan tecnodependiente que tal vez las decisiones importantes serán dejadas a cargo de un computador, que decidirá el rumbo de los países y de los proyectos científicos. La prensa escrita será de autoría de alguna IA, y la administración de pequeñas empresas y estados estará en manos de algún computador cuántico corporativo.

Si soñar no cuesta nada, probablemente todos llevaremos un computador cuántico en un implante que se dedique a grabar en forma permanente nuestro entorno, conectarse inalámbricamente a una base de datos, ordenar una pizza, interpretar simultáneamente cuando estemos visitando un país de lengua desconocida, dar aviso en caso de emergencia, recordar las citas y las fechas importantes, todo ello energizado por la temperatura corporal o por un generador hemodinámico.

© 2006, A. César Osses Cobián.

La literatura de ciencia ficción en Chile fue sacudida, a fines del tercer trimestre de 2005, por Ygdrasil, la ópera prima de Jorge Baradit. Considerando lo pequeño de la oferta de género fantástico en Chile, resulta curioso y tal vez injusto que la obra de ciencia ficción comentada en estas líneas, aparecida casi al mismo tiempo que Ygdrasil, haya pasado casi sin levantar una mota de polvo en la prensa.

Los Pilares del Imperio, la obra de Miguel Lagos Infante, nos presenta un argumento que promete situar a nuestro país en el centro de una revolución a escala planetaria. Vamos viendo: un científico chileno, Ismael Grau, descubre un material plástico que posee casi 100 veces la conductividad eléctrica del cobre y, comparado con éste, es muchísimo más barato de producir. Las implicancias de tan prodigioso material prometen revolucionar el mercado, según lo narrado en la historia.

A partir del anuncio del descubrimiento, Grau, un idealista investigador que cree que cualquier aporte que sea un adelanto para la civilización será bien recibido, se ve envuelto en una suerte de juego de estrategia entre transnacionales eléctricas que desean sepultar el material, el estado chileno, CODELCO, CORFO y un político que visualiza en el plástico superconductor

una amenaza a la principal riqueza de Chile, el cobre.

Necesariamente hay que hacer notar algunos detalles de la novela. En primer lugar, señalar que su argumento cae en uno de los clichés del género: *el del científico solitario que inventa una sustancia que revoluciona la civilización tal y como la conocemos*. Otro elemento, que es típico de las novelas *pulp* del género, es la utilización de personajes femeninos completamente prescindibles, que sólo están para adornar la ambientación o como pared que escucha los sesudos monólogos del protagonista. En *Los Pilares...* esta situación está presente primero bajo la forma de la esposa de Grau, y luego en diversas mujeres.

Si bien la novela está bien redactada (¿mérito del autor o de un anónimo corrector de estilo?) llama la atención los diálogos de los personajes, que en ocasiones lucen algo forzados o incluso irreales. El ejemplo más evidente es la sutil pedertería que exhibe el protagonista con sus interlocutores, ninguno de los cuales acusa recibo. En la vida real cualquier persona necesariamente reaccionaría a aquello.

Por otro lado, lo prometedor del argumento central se disuelve paulatinamente conforme los elementos propios de una novela de género fantástico



Dr. Miguel Lagos Infante, físico y escritor

y las maquinaciones a nivel internacional son reemplazadas por las calenturientas aventuras eróticas de su protagonista. Si uno se pone quisquilloso, hasta podría llegar a pensar que su autor puso especial énfasis en presentar al protagonista como la cruza entre un científico y James Bond: un genio de la física que se dedica a seducir mujeres cuando no está revolucionando el mundo con sus ecuaciones y haciéndose multimillonario en el proceso. De acuerdo a este criterio, la novela exhibe dos partes

muy bien delimitadas. En la primera de ellas se desarrolla toda la acción relativa a los conflictos de intereses del estado chileno y las transnacionales eléctricas. En la segunda mitad todo eso se difumina y se transforma en una historia de amor, viajes de negocios y fiestas al estilo de las películas de espionaje.

Personalmente creo que el excesivo espacio dedicado a narrar las historias románticas de Miguel Grau, y que a la postre termina por agotar, podría haberse evitado perfectamente si el editor hubiera sido algo más prolijo en su trabajo y su autor contase con una pizca de autocrítica. El resultado habría sido una historia más ágil, más breve, menos digresiva y, tal vez, con un final no insípido.

A pesar de lo anterior, la lectura de la novela entretiene; de modo que si ese fue su objetivo, el autor lo consiguió. Por otro lado, si escribiendo *Los Pilares...* el profesor Lagos Infante quiso revolucionar el género fantástico, le tengo malas noticias: *no lo logró*.

En la escala de 1.0 a 7.0, le otorgo un indulgente 5.0.