

## Sumario

- ▶ PAENZA. *¿Cierto o Falso?*
- ▶ *Coincidencia, correlación y ...* según Randall Knoon.
- ▶ SANCHEZ. *Malentendidos y confusiones.*
- ▶ *Hecho accidental, acto prevenible*
- ▶ *Investigación de accidentes de tránsito*
- ▶ PREGLIASCO. *El vuelco frontal*
- ▶ CAGLIANI. *El maratonista*

## PROXIMOS EVENTOS

**Escuela Superior Técnica**  
INVESTIGACIÓN y RECONSTRUCCION de  
**ACCIDENTES de TRÁNSITO**

*Curso Anual de Especialización*

*Nivel Posgrado en Ingeniería*

*inicia 14 de marzo 2011*

## Editorial

### Nuevos proyectos para el nuevo año

Ha comenzado el año 2011, y esperamos que este sea un muy buen año, pleno de realizaciones profesionales y personales, de progresos y satisfacción.

Desde este boletín de noticias nos proponemos desarrollar algunas nuevas ideas y continuar favoreciendo el intercambio de ellas, para su enriquecimiento, y creemos con él, la mejora de nuestro entorno social.

El año pasado a través de **noticias periciales**, publicamos artículos extensos y resúmenes de obras importantes, en pequeñas separatas. Así comenzamos el tratamiento de la modelación física del vuelco y la difusión de algunas ideas de *Randall Knoon*.

En los números que saldrán en el curso de este año que se inicia. Además de completar las series iniciadas, nos proponemos incluir algunos temas nuevos; la *biomecánica* como disciplina esencial en la investigación pericial, y algunos debates que en los últimos años han aportado otras miradas a la problemática de la seguridad humana en el tránsito.

Y continuaremos con la difusión de noticias y eventos de interés para esta actividad. Y como siempre las páginas de este medio están abiertas a nuevas inquietudes que pueda aportar al conocimiento general.

Hasta el número **42**.

**noticias periciales** y el sitio web [www.perarg.com.ar](http://www.perarg.com.ar) son emprendimientos destinados al soporte de la tarea de los investigadores forenses, de los peritos, de los letrados y de los docentes, relacionados con los temas de la siniestralidad vial.

Editor Responsable:  
Ing. Aníbal O. GARCÍA

Los artículos se publican con expresa autorización de los respectivos autores.

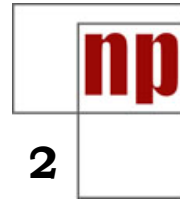
Los mismos son de libre circulación y difusión y no están protegidos por leyes que limiten la difusión y reproducción total o parcial de los mismos.

Se agradece citar la fuente.

El editor no se hace responsable por el uso que se haga del material de libre disponibilidad publicado.

Las opiniones incluidas en los artículos publicados son de exclusiva responsabilidad de los autores.

*El tiempo es la sustancia de la que estoy hecho. El tiempo es un río que me arrebatara pero yo soy el río; es un tigre que me destroza pero yo soy el tigre; es un fuego que me consume, pero yo soy el fuego. El mundo, desgraciadamente, es real; yo desgraciadamente, soy Borges*



Adrián Paenza

## ¿Cierto o falso?

¿Con cuántas ganas está de “desafiarse”? Le pregunto porque lo que sigue es un ejercicio de lógica. Es una buena manera de empezar el día. Uno “lee” las frases que están acá abajo y, una vez que entendió el problema, lo puede llevar con uno a todos lados. No hace falta más el diario. No hace falta más leer otra vez el enunciado.

De hecho, son diez frases muy sencillas. Lo “único” que hay que hacer es determinar cuál o cuáles de ellas son ciertas o falsas.

Son estas diez que siguen:

- 1) Exactamente una frase de esta lista es falsa.
- 2) Exactamente dos frases de esta lista son falsas.
- 3) Exactamente tres frases de esta lista son falsas.
- 4) Exactamente cuatro frases de esta lista son falsas.
- 5) Exactamente cinco frases de esta lista son falsas.
- 6) Exactamente seis frases de esta lista son falsas.
- 7) Exactamente siete frases de esta lista son falsas.
- 8) Exactamente ocho frases de esta lista son falsas.
- 9) Exactamente nueve frases de esta lista son falsas.
- 10) Exactamente diez frases de esta lista son falsas.

Ahora bien. Antes de leer la solución, le propongo que evalúe usted si es posible que haya alguna(s) frase(s) que sea(n) cierta(s). Y si la(s) hay, que pueda decir no sólo cuál es, sino por qué. Nos encontramos más abajo.

*La solución en la página 8*

### **CONTENIDOS**

- o El relevamiento de rastros en los hechos del tránsito. Identificación y evaluación
- o Ingeniería Forense. La reconstrucción de siniestros
- o Conceptos de física e ingeniería aplicables
- o Fricción sobre el pavimento
- o Frenado. Modelación del proceso de frenado
- o Movimientos de Rototraslación. Derrapes y trompos. Hidroplaneo
- o Mecánica de la Colisión.
- o Deformación. Ensayos de impacto. Modelos clásicos.
- o Introducción al análisis dinámico de la colisión.
- o Metodología de la investigación y de la reconstrucción forense

**ESCUELA SUPERIOR TÉCNICA**  
**SECRETARÍA DE EXTENSIÓN**  
**UNIVERSITARIA**

### **INVESTIGACION Y RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRANSITO**

Curso de especialización – Nivel de posgrado  
Inicia 14 de marzo de 2011

#### **Informes e inscripción**

**Av. Cabildo15 –1° Piso (1426)**

Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Tel: (54 11) 4779-3378 / 3344 / 3325

Fax: (54 11) 4779-3385



## Coincidencia, Correlación y Causalidad según Randall Knoon

---

A veces dos eventos ocurren muy cercanos en el tiempo tal que el primer evento se presume, de alguna manera, que ha sido la causa del segundo. En otras palabras, como el evento B ocurrió después del evento A, se presume que A provocó de alguna manera la ocurrencia de B. La relación causa-efecto tiene la característica de una secuencia ordenada en el tiempo. Sin embargo, lo opuesto no es necesariamente cierto. Una aparente secuencia ordenada en el tiempo, una *coincidencia*, no es suficiente por sí misma para probar la existencia de una relación causa-efecto.

Por ejemplo, un jugador de baseball toma una bebida particular antes de un partido exitoso. Una semana después, toma la misma bebida y se repite el éxito en el match inmediatamente posterior. El concluye que se trata de una bebida afortunada y para asegurarse futuros éxitos, bebe siempre antes del juego.

Contra las apariencias, la coincidencia tiene en lo fundamental un efecto aleatorio que la hace independiente de los eventos en sí mismo. Que ocurra A puede estar seguido de que B ocurra o no, y viceversa. Debido a que A y B son eventos independientes, A no tiene una conexión de causa-efecto con B.

La coincidencia puede ocurrir aún en casos de muy baja probabilidad. Las chances de ganar el premio mayor de la lotería puede ser una en diez millones. Pero algunas personas han ganado la lotería más de una vez. Ganar una vez no excluye a la persona de no poder volver a ganarla. Desde el momento en que compra un billete en un nuevo sorteo, sus chances en el sorteo serán las mismas que cualquier otro comprador.

Para demostrar que una secuencia no es una *simple* coincidencia, se debe encontrar una ligazón causal verificable entre ambos eventos. La carga de la prueba es mostrar que los dos eventos no son *mera coincidencia*, no lo opuesto.

Lo que sigue a la coincidencia es la *correlación*, que significa demostrar que

algún tipo de relación demostrable existe entre los dos eventos. Cuando ocurre el evento A, el evento B también ocurre, con cierta regularidad. De hecho, la correlación entre A y B puede prestar una utilidad predictiva que permite ser probada y repetida.

La correlación puede indicar la existencia de una relación causa-efecto entre los dos eventos. Sin embargo, también puede indicar la existencia de un factor común. Por ejemplo, un gran incremento en el número de accidentes de tránsito en un día particular, habitualmente se correlaciona bien con el número de colapsos en galpones rurales. Sin embargo, los accidentes no provocan el colapso de los galpones; el factor común es una nevada intensa. En esas condiciones el tránsito tiene mayores riesgos, y los galpones, construidos bajo normas menos exigentes que los edificios habitables, sobre todo los más antiguos y ruinosos, pueden desmoronarse al día siguiente de una fuerte nevada.

Una correlación interesante se da entre las fallas de los acondicionadores de aire y los embarazos: ambos tienen en común los apagones. Las fluctuaciones y caídas de voltaje aumentan el número de fallas en el compresor y en los sistemas de control. Simultáneamente, los apagones y oscurecimientos masivos promueven los mimos. En su momento, el incremento de la pasión amorosa deviene en un elevado crecimiento de nacimientos nueve meses después. Los apagones ocurridos en Nueva York el 17 de agosto de 1959, el 13 de junio de 1961, el 9 de noviembre de 1965, el 13 de julio de 1977 y el 15 de agosto de 2003, dan fe de esta graciosa correlación.

Desafortunadamente, *coincidencia* y *correlación* son a menudo confundidas con *causalidad*. Es la falacia *pot hoc ergo propter hoc*; *después de eso; entonces, debido a eso*

Este texto es una síntesis extractada, no textual del capítulo III de

**SCIENTIFIC METHOD**  
**Applications in Failure Investigation and Forensic Science**  
de Randall K. Noon - CRC Press, 2009.



*El principio de acción y reacción es una de las leyes de la física más conocidas enunciada por Newton en 1687. Y como todo lo que es perseguido por la fama da lugar a muchos malentendidos, sobre todo cuando no se lo utiliza correctamente, en esta nota se repasan algunas de sus (malas) aplicaciones, las causas y los errores.*

“A toda acción le corresponde una acción igual y contraria.” Así dice el principio de acción y reacción, una de las leyes fundamentales de la física, más o menos como lo enunció Isaac Newton en 1687. Se puede ilustrar con lo que sucede en el juego de billar. Cuando la bola blanca choca contra una bola roja en reposo, hay una acción de la bola blanca sobre la roja. Esta a su vez aplica sobre la bola blanca un golpe de igual intensidad, pero de sentido contrario. Como consecuencia del primer golpe (la acción), la bola roja sale despedida. Como consecuencia de la reacción, la bola blanca se frena y queda detenida.

Este principio es, posiblemente, la más conocida de las leyes de la física. Sin embargo (o, tal vez, por eso mismo) da lugar a muchos males entendidos cuando no se lo aplica como es debido.

Por ejemplo, se diría que cuando un auto choca contra un árbol y lo voltea es porque la acción del auto sobre el árbol es mayor que la reacción del árbol sobre el auto. Sin embargo, el principio dice claramente que la acción y la reacción siempre tienen la misma intensidad. Lo que ocurre es que la acción y la reacción son fuerzas que actúan sobre cuerpos distintos (en este caso, la acción sobre el árbol y la reacción sobre el auto). Por lo tanto, no compiten entre sí. Para saber si el auto voltea al árbol hay que analizar cuáles son las fuerzas que recibe el árbol. El árbol es golpeado por el auto por un lado y aguantado por las raíces por el otro. El árbol se cae si la fuerza ejercida por el auto es mayor que la que las raíces hacen sobre el tronco. Estas dos fuerzas no forman un par de acción y reacción porque están aplicadas sobre el mismo objeto: el

auto es mayor que la que las raíces hacen sobre el tronco. Estas dos fuerzas no forman un par de acción y reacción porque están aplicadas sobre el mismo objeto: el árbol. La fuerza que el árbol hace sobre el auto no interviene para nada en el análisis.

### **EL ACERTIJO DE LA ACCION Y LA REACCION**

Este malentendido alrededor del principio de acción y reacción se plantea a veces en forma de acertijo, como el que enuncia *J. M. Levy Leblond* en su libro **La física en preguntas**: un hombre engancha su caballo a un carro y le ordena que empiece a tirar. Pero el animal, que acaba de leer los Principios de Newton, le contesta: “*No vale la pena que lo intente; como la acción y la reacción son iguales, el carro tirará de mí tanto como yo tire de él y no avanzaremos*”.

Por supuesto, la experiencia enseña que cuando el caballo tira con suficiente fuerza, el carro sí se mueve. Así que hay algo que falla en el razonamiento del animal.

Cuando el caballo tira del carro hacia delante, el rozamiento entre las ruedas y el piso trata de mantenerlo en su sitio. El carro se moverá si el caballo tira de él con suficiente fuerza como para vencer ese rozamiento. En cuanto al caballo, efectivamente, el carro tira de él hacia atrás. Pero al mismo tiempo hay una fuerza de agarre (también debida al rozamiento) entre el piso y los cascos. Esta fuerza de agarre es hacia delante y es la que, de ser suficientemente grande, hará mover al caballo (si el piso estuviera resbaladizo, el caballo patinaría y no podría avanzar). Como en el caso del auto y el árbol, las fuerzas que hay que analizar son las aplicadas sobre un determinado cuerpo. No son las fuerzas de las que habla el principio de acción y reacción, que siempre actúan sobre cuerpos distintos.

El 17 de agosto de 1896, *Bridget Driscoll*, una mujer de 44 años, madre de dos hijos, se convirtió en la primera víctima mortal de un accidente de tráfico. Ella y su hija adolescente iban de camino a un espectáculo de baile en el Crystal Palace de Londres, cuando *Bridget* fue arrollada por un coche al atravesar los jardines del palacio. El coche iba «a gran velocidad» afirmó un testigo. Posiblemente fuera a 12,8 km/h, cuando no debía ir a más de 6,4 km/h. El conductor era un joven que ofrecía paseos en coche para mostrar el nuevo invento, y, según algunos testigos, estaba tratando de impresionar a una joven pasajera.

En la investigación, el funcionario encargado afirmó: «*Esto no debe volver a ocurrir nunca más.*». Lamentablemente ha vuelto a ocurrir. Hoy más de dos personas mueren por minuto en nuestro planeta por los denominados comúnmente accidentes viales.

Asociado culturalmente por décadas a la fatalidad, al destino o al designio divino el hombre observaba al accidente como simple e impotente testigo. Se llegó a afirmar que el accidente era el precio que se pagaba por el progreso.

Siempre fue considerado un hecho accidental hasta que *William Haddon, Jr*, MD, médico, epidemiólogo e ingeniero, se hizo cargo de la National Highway Traffic Safety Administration en 1980, y abordó el fenómeno desde la perspectiva de la salud pública. *Haddon* planteó el estudio en una matriz, considerando las circunstancias de la máquina, de las personas y el entorno, y todo antes, durante y después de la colisión. Generó las primeras medidas preventivas, desarrolló la seguridad y demostró que los accidentes se podían evitar.

## *Investigación y Reconstrucción de Accidentes de Tránsito*

El próximo 14 de marzo, en la **Escuela Superior Técnica del Ejército Gral Manuel N. Savio** (Facultad de Ingeniería del Instituto Universitario Nacional IESE), comenzará el dictado del curso anual de investigación y reconstrucción de los hechos del tránsito dirigido a profesionales de la ingeniería, interesados en conocer y/o actualizar sus conocimientos sobre las metodologías empleadas en ingeniería forense.

El curso se dicta en la modalidad a distancia, soportado en el *Campus Virtual Riccheri del Sistema de Educación a Distancia del Ejército Argentino*. La duración del mismo es anual, e incluye actividades prácticas, individuales y colectivas, talleres de casos, evaluaciones mensuales y examen final.

La Plataforma Digital empleada en el dictado a distancia está dotada de las herramientas de comunicación acordes al contexto tecnológico y educativo actual (chat, foro, trabajo colaborativo on-line y

diferido, acceso a material específico de actualización, entre otras), y atención tutorial permanente.

Se cuenta también con el servicio de una Biblioteca Central completa, incluyendo la bibliografía especializada en idioma castellano e inglés, parcialmente digitalizada.

El curso es parte del programa integral auspiciado por la **Fundación** de la **Federación Internacional del Automóvil**, que incluye además de la formación de recursos humanos específicos, la investigación aplicada a la mejora de la seguridad en el equipamiento de los automotores y la infraestructura vial

Los requisitos de ingreso son poseer título de ingeniero o similar, expedido por Universidad Nacional en el caso de residentes en Argentina. Los participantes del exterior deberán acreditar equivalencias con constancias de sus títulos y programas de estudio.

EL VUELCO (VII)

## El Vuelco Frontal (I)

Dr. Rodolfo Pregliasco

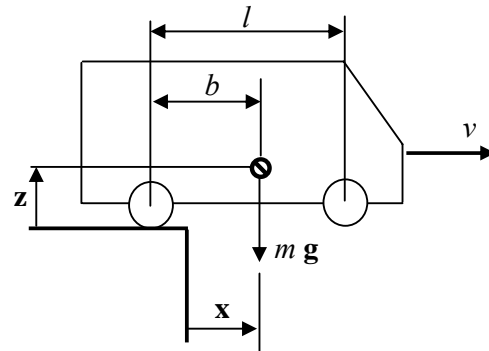
Vamos a estudiar ahora cómo es que cae un vehículo cuando avanza sobre el borde de un barranco. El caso que nos interesa es cuando el automóvil avanza perpendicularmente al borde, es decir que sus dos ruedas delanteras quedan en el aire simultáneamente, y queda momentáneamente apoyado sólo en sus ruedas traseras. Vamos a suponer además que el vehículo no da de panza contra el borde. Usando datos promedio de vehículos, se puede ver que eso será cierto siempre que la velocidad sea mayor que unos 40 km/h.

En la figura mostramos los parámetros que interesan al problema. Tenemos la velocidad del vehículo ( $v$ ), la distancia entre ejes ( $l$ ) la distancia horizontal entre el centro de masa y el eje trasero ( $b$ ) y nos hará falta además el momento de inercia de cabeceo, o su radio de rotación  $i_{yy}$

Mientras las ruedas delanteras no se encuentran en el aire, el vehículo avanza normalmente (como se avanza normalmente hacia la desgracia). Cuando las ruedas delanteras queden en el aire, el vehículo comenzará a caer con las ruedas traseras apoyadas en el piso. Esta situación va a durar un tiempo  $\tau$  que será aproximadamente  $\tau = l/v$ .

En este tramo, hay un par de fuerzas que hacen que el vehículo tienda a girar cabeceando con la trompa hacia abajo. Esas fuerzas son la gravedad y la reacción en el piso.

Pasado el tiempo  $\tau$ , todas las ruedas quedan en el aire y el vehículo continuará cayendo sin momentos aplicados, y en consecuencia, manteniendo el impulso angular constante. Como la rotación está en la dirección de uno de los ejes principales, entonces la velocidad angular también será constante en módulo y dirección.



De manera que, una vez calculada la posición y velocidades del vehículo en el primer tramo, la segunda parte será más sencilla. La dificultad en el primer paso consiste en que, a medida de que sobresale por sobre el borde, el móvil va girando y el momento de la fuerza va a ir cambiando en función del tiempo.

Esta dificultad es cierta, pero poco importante. Dijimos que el cálculo lo hacíamos para velocidades mares que 40 Km/h y eso nos da un tiempo del primer tramo muy corto ( $\tau \sim 0,2$  s). Durante todo ese tiempo el vehículo estará en posición *casi* horizontal y no hará mucha diferencia en el cálculo estimar el momento de la fuerza como si el vehículo se encontrara horizontal todo el tiempo. La aproximación está bien justificada, y es esencial. Es la diferencia entre tener un problema *demasiado* complicado y tener un problema resoluble.

Entonces, el momento de las fuerza es constante en el primer tramo y resulta

$$M = dl/dt \quad m \cdot g \cdot b = l / \tau = I_y \cdot \omega / \tau$$

pero en esta expresión estamos calculando momentos respecto del punto de apoyo de la rueda trasera. Entonces, el momento de inercia que corresponde en la expresión tiene que ser respecto de ese mismo punto. Aplicando el teorema de Steiner resulta

$$I_y = I_{yCM} + m (b^2 + z_{CM}^2) = m (i_{yy}^2 + b^2 + z_{CM}^2)$$

de donde podemos despejar la velocidad angular

$$\omega = (g \cdot b \cdot l) / [v \cdot (i_{yy}^2 + b^2 + z_{CM}^2)]$$

(continuará)



Martín Cagliani

## El Maratonista

La capacidad del etiope *Haile Gebrselassie* para cubrir 42 kilómetros en tan sólo dos horas no sólo es posible por el entrenamiento de este atleta medalla de oro, sino gracias a 2 millones de años de evolución humana. Hoy en día salir a correr por el parque, o participar en un maratón, suele ser algo recreativo o un ejercicio, pero las raíces de la carrera de fondo podrían ser tan antiguas como las del género humano.

La forma de nuestro cuerpo es difícil de explicar evolutivamente y, hasta la fecha, la razón más factible de por qué tenemos este físico es que hemos evolucionado para ser una máquina de correr.

Tenemos diversas características que son demasiado buenas para caminar, y que no se sabe para qué servirían sino para correr. Desde el tendón de Aquiles, abundantes glándulas sudoríparas, músculos y tendones especiales para mantener el equilibrio, grandes articulaciones y pies especiales para soportar el impacto del trote: todo apunta al mismo lugar.

Así lo pensó *David Carrier*, que en los años '80 era maratonista y estudiante en el laboratorio del biólogo evolutivo *Dennis Bramble*. Este último venía estudiando el aparato físico de diversos animales mientras corrían, nosotros incluidos. [...] Lo primero que notó fue lo bien que podemos manejar nuestra temperatura corporal.

La mayoría de los animales que corren mucho, como los perros salvajes, jadean para bajar la temperatura corporal, y traspiran por la boca. Nosotros tenemos miles y miles de glándulas sudoríparas por todo el cuerpo, lo que junto a la falta de pelo corporal nos permite regular la temperatura mejor. Un sobrecalentamiento, para cualquier ser vivo, significa la muerte.

Este fragmento corresponde a la primera parte del artículo *Homo sapiens, el maratonista* publicado en el suplemento FUTURO el 21 de agosto de 2010, que se completará en el próximo número.

### NACIDOS PARA CORRER

Varios años después *Carrier* se había movido hacia otros campos, pero *Bramble* seguía investigando y descubrió que la mayoría de los buenos corredores, como los caballos, perros y conejos, mantenían su cabeza sorprendentemente estable mientras corrían. Esto era gracias a un trozo oscuro de anatomía llamado el ligamento nugal: una especie de tendón que une la cabeza con la espina dorsal, que también tenemos los humanos.

Entonces para probar la idea de *Carrier* acudió a los fósiles de primates antiguos, entre ellos nuestros antepasados homínidos. Buscaba evidencias del ligamento nugal. Este deja marcas en el hueso: una delgada cresta. *Bramble* pudo encontrar esta cresta en un cráneo de dos millones de años de antigüedad, el de un *Homo erectus*, uno de nuestros antepasados humanos más antiguos.

[...] quedaba la pregunta de para qué les habría servido a los primeros miembros del género humano poder correr durante kilómetros y kilómetros sin que les explotara la caldera. Uno podría pensar que para poder sobrevivir sería mejor tener la habilidad de correr a mucha velocidad, ya sea para escapar o para alcanzar una presa. Por lo que la habilidad de correr a un paso modesto durante horas y horas no parece ser una ventaja evolutiva. [...]

[...] Una práctica común entre ellos era monitorear el cielo en busca de buitres, y escuchar los llamados de leones y hienas por la noche. Ante estas señales dejaban cualquier actividad que estuviesen realizando y empezaban a correr, a veces durante horas, buscando restos que carroñear.

Otra práctica diferente es la que realizan los bosquimanos del desierto del Kalahari, en el sur de África. Ellos cuando eligen una presa la persiguen durante horas. Claro, los antílopes que suelen ser sus presas escapan a gran velocidad, pero los bosquimanos siguen rastreándolos a un paso constante durante horas y horas, hasta que llega un momento en el que el antílope ya no puede más y se deja caer de cansancio.



Uno enfrenta el problema suponiendo –a priori– que tiene que analizar todos los posibles casos. Es decir, podría ser que no hubiera ninguna frase que fuera cierta. O bien podría suceder que todas fueran ciertas. O algunas. O una sola. Pero sea cual sea el caso, lo interesante es no sólo determinar cuál o cuáles son, sino las razones que lo llevan a concluir que eso es cierto.

Empecemos juntos. De entrada, la/lo quiero invitar a pensar lo siguiente: ¿será posible que entre las diez frases haya dos (o más) que sean verdaderas al mismo tiempo? Si me permite una sugerencia, no avance en la lectura. Piense si esa situación es posible (que haya dos frases verdaderas). Créame que poder dilucidar por su cuenta si esto es posible le permitirá resolver el problema sin leer nada de lo que sigue.

Ahora sí, sigo yo. Antes de dar la respuesta, quiero proponer un ejemplo que espero sea iluminador.

Supongamos que se pudiera. Es decir, supongamos que fuera posible encontrar, entre las 10, por lo menos dos frases verdaderas.

Sólo para fijar las ideas, supongamos que las frases números 3 y 7 fueran las dos verdaderas.

Esto implicaría que, por un lado, hay exactamente tres frases falsas, por otro, que hay exactamente siete frases falsas. Esto no puede ser cierto al mismo tiempo (¿por qué? No avance hasta no haber pensado un rato el por qué). Luego, las frases 3 y 7 no pueden ser ciertas al mismo tiempo porque obligarían a que el número de frases falsas fueran exactamente tres y siete, lo que no es posible.

Intente usted ahora con cualquier otro par, digamos las números 2 y 8. Esto implicaría que, por un lado, hay exactamente dos frases falsas y por otro, exactamente ocho frases falsas. Esto no puede ser cierto (por las mismas razones que antes).

Y como usted advierte, este razonamiento que usé para demostrar que no pueden ser

ciertas simultáneamente las frases 3 y 7 primero, y luego la 2 y la 8, se puede usar con cualquier par de frases.

Por otro lado, tampoco puede ser cierto que ninguna frase sea cierta, porque si fueran las diez frases todas falsas, entonces la frase número 10 sería cierta. Estos razonamientos entonces, permiten concluir un par de cosas:

- a) No puede haber dos o más frases ciertas (porque lleva a una contradicción).
- b) No pueden ser las diez frases todas falsas.

Luego, tiene que haber una sola frase verdadera.

La pregunta que hay que responder ahora, es ¿cuál de todas las frases es la verdadera?

Supongamos que fuera la número 7 (por elegir una cualquiera). Esto querría decir que hay exactamente siete frases falsas entre las 10. Eso permitiría que haya tres frases verdaderas (las tres restantes). Pero ya nos convencimos, más arriba, de que no puede haber dos o más frases verdaderas. Esto que se planteó con la frase número 7, debería servir para pensar que –quizás– lo mismo pase con otras frases, si uno supone que son ciertas.

Antes de avanzar y terminar con el análisis, ¿no le dan ganas de pensar a usted, sin que yo tenga que escribir nada más? Es que la clave de lo que pasó recién con la frase número 7 es que al ser ella la verdadera, eso dice que tiene que haber siete que son falsas (por supuesto no la 7). Pero todavía tienen que quedar dos frases verdaderas más y eso ya vimos que no puede pasar.

El único caso que impide que se produzca esa situación es si la frase verdadera es la número 9. En ese caso, uno sabría que hay exactamente nueve frases falsas. Y, en este caso, no habría problemas porque las nueve frases falsas son todas salvo la 9, que es la única verdadera.

Esa es la solución: hay una sola frase cierta, y es la número 9.

¿Por qué? resulta evidente [...]