

## Sumario

- ▶ *La navaja de Ockham*
- ▶ *La biomecánica* según Alan Watts.
- ▶ *La invisibilidad del peatón en la oscuridad.*
- ▶ SANCHEZ. *Malentendidos y confusiones*
- ▶ GARCIA. *La incertidumbre del número pi*
- ▶ *Novedades técnicas en la web.* Sobre autos y motores
- ▶ GARCIA LORCA. *Medio pan y un libro*

## Editorial

### El error; ese concepto tan temido

Al procesar información incompleta, ambigua o borrosa, como resulta natural en la investigación forense, el profesional se encontrará trabajando en un ámbito de incertidumbre.

En ese contexto, el mejor resultado al que se puede arribar contendrá inevitablemente un grado de indeterminación, de imprecisión.

En física y en ingeniería a la imprecisión se la denomina *error*, una palabra que plantea serios conflictos de interpretación en el lenguaje cotidiano.

Paradójicamente, el margen de error, cuando se puede establecer de manera transparente, indica el grado de calidad del trabajo pericial. Pues permite apreciar de manera objetiva el grado de certeza de las conclusiones, y los límites, reales o no, del análisis.

Una investigación forense se inicia siempre con un alto rango de incertidumbre. Y a través de la búsqueda de indicios y rastros, el análisis de los mismos y la ayuda del cálculo, concluye con un rango de incertidumbre mucho menor. Puede decirse sin temor que la conclusión no es sino el resultado de acotar la incertidumbre hasta el límite.

Hasta reducir el *error* a un valor aceptable.

Hasta el número **44**.

**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.

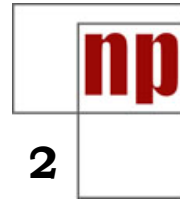
Se agradece citar la fuente.

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.

***La música es un ejercicio de aritmética inconsciente, y el que se entrega a ella ignora que maneja números.***

**Gottfried W. Leibniz**



## La navaja de Ockham

*La navaja de Ockham*, también conocido como *principio de economía* o *principio de parsimonia*, es un postulado atribuido a **William de Ockham**, fraile franciscano y filósofo escolástico inglés nacido entre 1280 y 1288 en un pequeño pueblo de Surrey, cerca de East Horsley

De acuerdo a este principio, cuando dos teorías en igualdad de condiciones tienen las mismas consecuencias, la teoría más simple tiene más probabilidades de ser correcta que la compleja. Así por ejemplo, si un árbol está caído en tierra y achicharrado, podría explicarse que fuera debido a la caída de un rayo, o bien a un programa secreto de armas del gobierno de los Estados Unidos. En este caso, la explicación más simple sería la caída del rayo, y muy probablemente la correcta.

En ciencia, la *navaja de Ockham* se utiliza como una regla general para guiar a los científicos en el desarrollo de nuevos modelos teóricos, más que como un árbitro entre los modelos publicados. En el método científico, la navaja de Ockham no se considera un principio irrefutable de la lógica, y ciertamente no es un resultado científico. "*La explicación más simple y suficiente es la más probable, mas no necesariamente la verdadera*", según el principio de Ockham. En ciertas ocasiones, la opción compleja puede ser la correcta. Su sentido es que a *igualdad* de condiciones, sean preferidas las teorías más simples.

Muy diferente es la cuestión planteada acerca de las evidencias que apoyan la teoría. Así pues, de acuerdo con este principio, una teoría más simple pero

que no encuentra una validación suficientemente convincente, no debería ser preferida a una teoría más compleja.

Qué ha de tenerse en cuenta para medir la simplicidad, sin embargo, es una cuestión ambigua. Quizás la propuesta más conocida sea la que sugirió el mismo Ockham: *cuando dos teorías tienen las mismas consecuencias, debe preferirse la teoría que postule la menor cantidad de entidades*, entendiendo por tales no son sólo objetos cotidianos como sillas o personas, sino también propiedades, relaciones, eventos, números, conjunto, proposiciones, universos posibles, creencias, pensamientos,

Otra manera de medir la simplicidad, sin embargo, podría ser por el número de axiomas incluidos en la formulación de la teoría, es decir de la menor cantidad de premisas necesarias que debe considerarse evidentes y ser aceptadas sin requerir una demostración previa.

La teoría de la navaja de Ockham se aplica a casos prácticos y específicos, englobándose dentro de los principios fundamentales de la filosofía de la escuela nominalista.

La filosofía nominalista parte de la crítica al racionalismo y a los conceptos universales: todo conocimiento debe estar basado en la lógica, actuar sobre la percepción sensorial de objetos individuales concretos, y no deben multiplicarse inútilmente los entes creando conceptos abstractos que no procedan de la experiencia. Esta corriente concentra su atención en la reflexión sobre conceptos individualizados y casos empíricos.



En números anteriores hemos presentado una visión del desarrollo del hombre desde la física del movimiento<sup>(\*)</sup>. Desde esa visión científica, que integra lo histórico con lo humanista, iniciamos una serie de artículos que ilustran sobre el contenido de la biomecánica, su desarrollo actual y algunas aplicaciones posibles a la investigación forense. Y para empezar nada mejor que revisitar la introducción a la segunda parte de la obra emblemática de *Watts*, *Atkinsons* y *Hennessy*<sup>(\*\*)</sup> adaptada a través de fragmentos, cuya traducción no es completa ni textual

La cinemática describe los movimientos inducidos en los cuerpos, incluyendo rotaciones inducidas, que ocurren sin considerar las fuerzas aplicadas sobre ellos. Ésta refiere a los cambios geométricos. La dinámica por su parte se refiere a la correspondencia entre fuerzas en estados de tensión y deformación inducidos, y consecuentemente el potencial de daño. [...]

La combinación de cinemática y dinámica cuando se aplica a una entidad biológica es biomecánica. La biomecánica incluye la explicación mecánica de por qué los pájaros vuelan, cómo nadan los peces, y cómo se arrastran los caracoles, y se usa para explicar por qué caminar próximo a cierta velocidad causa que las personas cambien su manera de andar al modo de carrera. Esta última explicación es simple: el acto de caminar incluye una rotación de la pierna estirada pivoteando en el piso. Como resultado, la cadera está sujeta a una aceleración centrípeta hacia arriba que depende de la velocidad y de la longitud de la pierna. Cuando esta aceleración excede 1 g el cuerpo tiene a separarse del piso y correr se vuelve el modo más eficiente de movimiento. Para una longitud típica de 91 cm, esta condición ocurre a una velocidad de 10,7 km/h. Los niños pequeños, con sus piernas cortas, alcanzan el límite en unos 6 km/h, (piernas de 30 cm), lo que explica por qué tienden a correr cuando tratan de seguir a un adulto.

*ALGUNAS GENERALIZACIONES SOBRE EL CUERPO HUMANO*

El estudio del cuerpo humano como unidad es *anatomía*. Puede ser considerado parte de la biología, de la medicina o de la ciencia en general. Una descripción del dolor inducido, de pérdida de la movilidad normal, el método de tratamiento, etc., es *medicina*. En cambio, una descripción de la cargas (fuerzas y tensiones) en el cuerpo, y sus consecuentes respuestas, es *mecánica*. Aún siendo un objeto animado, el cuerpo humano está sujeto exactamente a las mismas leyes de la física como un cuerpo inanimado.

Muy poco del cuerpo humano, con excepción de pequeños flujos en huesos y cartílagos (huesos no osificados) y el creep de largo plazo en los discos intervertebrales, se comportan como fenómenos de fluencia plástica. Los más próximos a fluencia plástica son los desgarros de ligamentos, tendones y fibras musculares (los que involucran un estado permanente hasta que se cura), el arrugado gradual de la piel con la edad avanzada, y el creep gradual de compresión en discos bajo cargas durante largo tiempo. Por lo demás, la agresión al cuerpo humano en su mayoría, se presenta en forma de daño-no daño, como un material frágil, más que como un estado de deformación permanente,

////////// continúa en la pag. 4

(\*) ver *El Maratonista* en los N° 41 y 42 de **noticias periciales**.

(\*\*) *Alan J WATTS – Dale R ATKINSONS – Corey J HENNESSY - LOW SPEED AUTOMOBILE ACCIDENTS*  
Part II : Occupant Kinematics, Dynamics - 2nd Edition, Lawyers & Judges Publishing Co. ISBN 0-913875-74-0 .



viene de la pag. 3 //////////////////////////////////

como ocurre en la deformación plástica de los metales. Prácticamente todos los tejidos blandos son elasto-viscosos, mientras que los huesos son mayormente elasto-frágil, pero con cierta respuesta viscosa.

Existen diferencias importantes entre el cuerpo humano y las construcción típicas de los vehículos. Una de las consecuencias de esas diferencias es que los humanos raramente rebotan en el impacto. En su lugar, la energía de impacto se convierte en calor (un ejemplo de ese efecto es el acto de temblar, mediante lo cual la energía muscular viscosa se transforma en calor interno), o el moretón (esquimosis), en el que pequeños vasos sanguíneos se rompen localizadamente.

Otra consecuencia es que la respuesta dinámica de muchos tejidos blandos es diferente respecto a su comportamiento pseudo estático. Por ejemplo, bajo cargas rápidas, la tensión de ruptura se incrementa por encima del valor se cargas lentas. Simultáneamente, la máxima deformación a la rotura decrece. Así, los tejidos se comportan con respuestas rígidas. Sin embargo, la integral tensión-deformación cambia solo en cantidades pequeñas, por lo que el camino de descarga es en general diferente al camino de carga, dando un efecto de histéresis. Estos hechos revelan que las respuestas del cuerpo humano al trauma son a menudo más factibles y apropiadas, con mejores soluciones, en las colisiones contra un contendiente rígido o duro.

---

*Consejo Interamericano de Seguridad*

## **LA INVISIBILIDAD DEL PEATÓN EN LA OSCURIDAD**

Más del 55% de todos los accidentes automovilísticos ocurren durante la noche a pesar de que en este lapso hay menos tráfico tanto de automotores como de peatones. Las muertes de peatones son más numerosas en las primeras horas del anochecer, especialmente, en los meses de otoño e invierno.

Un estudio llevado a cabo recientemente por un grupo de investigadores de Indiana, E.U.A., indica que a pesar de que los peatones creen ser vistos a una distancia promedio de 104 m, en realidad tal distancia no es más de 53 m.

De acuerdo a revelaciones de los funcionarios investigadores, y declaraciones de los conductores, el 87% de los conductores que atropellaron a un peatón de noche, adujeron haber tenido dificultades para verlo y un 23,4% de los conductores nocturnos adujeron no haberlos visto hasta después del impacto.

Los peatones son los únicos objetos móviles que se permiten en las carreteras sin llevar una luz o usar otros medios para llamar la atención de los conductores.

La solución para la visibilidad del peatón estriba en que las calles y las carreteras se encuentren mejor iluminadas, en que la velocidad de los vehículos no sean mayor al del alcance de las luces para conservar la distancia de detención y en que los peatones usen ropas de colores claros, materiales reflectantes o que lleven una linterna de mano u otro objeto luminoso.

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

Otro acertijo asociado al principio de acción y reacción es el conocido como “El mono y la pesa”: un mono cuelga del extremo de una cuerda que pasa a través de una polea suspendida en el techo. En el otro extremo hay una pesa de acero de igual peso que el mono. Si el mono comienza a trepar por la cuerda, ¿qué pasa con la pesa?

Este acertijo fue estudiado, entre otros, por Lewis Carroll, el autor de Alicia en el país de las maravillas. Según comenta en su correspondencia, Carroll planteó el problema a muchos amigos, profesores de matemática como él, y obtuvo respuestas muy diversas: que la pesa sube con velocidad creciente, que sube a la misma velocidad que el mono o que desciende. Sam Lloyd, experto norteamericano en acertijos que comentó este problema a principios del siglo XX, responde que a medida que el mono trepa por la cuerda, la pesa cae con velocidad creciente.

La realidad es que, cuando el mono tira de la cuerda, la cuerda tira del mono, por el principio de acción y reacción. Sobre el mono actúan entonces dos fuerzas: su peso y la tensión de la cuerda que la sostiene. El animal sube en la medida en que su peso sea superado por la tensión de la cuerda.

Por otra parte, la tensión se transmite a lo largo de la cuerda y tira también de la pesa. Esta tensión que hace subir el mono también hará subir la pesa, porque ambos pesan lo mismo y las dos tensiones son iguales. Como resultado, la pesa y el mono suben exactamente a la misma velocidad. Y si el mono comienza a bajar, también bajará la pesa. En el mismo momento y a la misma velocidad.

**EL PRINCIPIO DE ACCION Y REACCION Y LOS VIAJES A LA LUNA**

El 13 de enero de 1920 apareció en el **New York Times** un editorial que se burlaba de la pretensión de Robert Goddard (el pionero de la astronáutica) de que los cohetes a reacción permitieran alguna vez llegar a la Luna. Además de señalar las dificultades asociadas a semejante empresa, el artículo decía que un cohete funciona impulsando sus gases de escape contra algo, como cuando un remero apoya un remo contra el muelle para alejarse. Como el espacio exterior está vacío, esta propulsión sería imposible. Pretender lo contrario implicaba poner en duda las leyes elementales de la física (el principio de acción y reacción, justamente). “*Algo que sólo Einstein y otros pocos elegidos están en condiciones de hacer*”, concluía.

En realidad, un cohete a reacción se impulsa sobre sus propios gases: empuja los gases hacia atrás y éstos empujan el cohete hacia adelante. Más de cincuenta años de astronáutica demuestran que la propulsión en el espacio es posible.

En 1969, poco después de la llegada del hombre a la Luna, el mismo diario publicó una rectificación donde volvían a citar la afirmación de Goddard y explicaban que “*posteriores investigaciones*” habían confirmado el principio de acción y reacción, y que “*ha quedado establecido definitivamente que un cohete puede funcionar en el vacío tanto como en la atmósfera. El New York Times lamenta el error*”.

Fragmento del artículo publicado en el Suplemento **FUTURO** del 11/XII/10

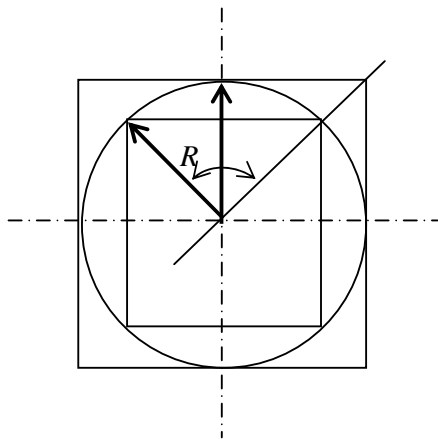
## La incertidumbre del número Pi

Ing Aníbal O. García

Un buen ejemplo de operar en la incertidumbre es proponerse calcular el número Pi. Por supuesto que ya sabemos que ese número es 3,1415926535897... Quizá resulte menos conocido que representa la cantidad de veces que el diámetro de la circunferencia está contenido en la longitud de la misma. Pero lo que en realidad proponemos es imaginar como puede hacerse esa determinación, con qué método, y cuales son las consecuencias; del método y de las propias limitaciones de ese valor a determinar. Es un caso de incertidumbre inicial: *no se cuanto vale Pi*. Si abordáramos el problema por algún método práctico (por ejemplo medir el

radio y luego medir la longitud de la circunferencia) nos encontraríamos con dos cuestiones: a.- los errores propios de medición; y b.- si pudiéramos reducir estos errores a cero (lo cual es un despropósito), encontraríamos infinitos decimales.

Podemos usar un método analítico, con la idea de resolver el problema por aproximaciones sucesivas, cada vez con menor indeterminación. Para ello de lo que se trata es de inscribir y circunscribir simultáneamente a la circunferencia con polígonos de  $n$  lados, y aplicando la trigonometría, relacionar el perímetro de esos polígonos con el diámetro (o el radio, que a los efectos resulta igualmente eficaz).



Tomemos el caso del cuadrado inscripto; se puede verificar que el lado del cuadrado es  $2R \text{ sen}(\alpha/2)$ , siendo  $\alpha$  el ángulo del arco de circunferencia entre dos vértices consecutivos. Análogamente, el lado del cuadrado circunscrito será  $2R \text{ tg}(\alpha/2)$ . El perímetro de ambos cuadrados será cuatro veces el valor del lado respectivo, es decir  $8R \text{ sen}(\alpha/2) = 4 D \text{ sen}(\alpha/2)$  para el interior, y  $8R \text{ tg}(\alpha/2) = 4 D \text{ tg}(\alpha/2)$  para el exterior.

La longitud de la circunferencia estará sin duda comprendida entre ambos valores; será mayor que el perímetro del cuadrado interior (inscripto), y menor que el perímetro del exterior, por lo que luego de dividir ambas expresiones por el diámetro podríamos escribir:

$$4 \text{ tg}(\alpha/2) > \pi > 4 \text{ sen}(\alpha/2)$$

Observando el dibujo se podrá entender que 4 es el número de lados  $n$  del polígono y que  $\alpha = 360^\circ/4$  por lo que podría generalizarse la expresión anterior como:

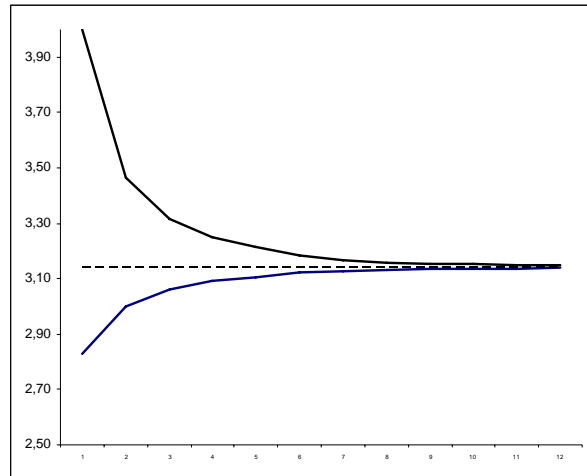
$$n \text{ tg}(360/2n) > \pi > n \text{ sen}(360/2n)$$

Lo que permite obtener una mayor precisión del rango incrementando el número  $n$ . Algo que fácilmente nos permite nuestra computadora personal con estos resultados.

/////continúa en la pág. 7

## La incertidumbre del número Pi (Cont)

$n$	Inscrito	Circunscripto
4	2,8284	4,0000
6	3,0000	3,4641
8	3,0615	3,3137
10	3,0902	3,2492
12	3,1058	3,2154
16	3,1214	3,1826
20	3,1287	3,1677
24	3,1326	3,1597
28	3,1350	3,1548
32	3,1365	3,1517
36	3,1376	3,1496
40	3,1384	3,1481



De este sencillo ejemplo se desprende que la incertidumbre se puede ir acotando a medida que se va refinando el cálculo, si el método inicial ha sido certero como para “encerrar” el objetivo a determinar dentro de límites de *certeza*. Y que en muchas ocasiones la verdad absoluta será desconocida como tal, pero quedará acotada a un entorno de indeterminación o error aceptable a los fines. En nuestro caso  $3,1481 > \pi > 3,1384$ . Para Arquímedes en el siglo III A. de C., con polígonos de 96 lados, la indeterminación estaba reducida a  $3 \frac{1}{7} > \pi > 3 \frac{10}{71}$ . En 1991 con recursos computacionales los hermanos Chudnovsky determinaron 2.260 millones de decimales, y en 2009 ya se habían calculado más de 2,5 billones. Quizá algo excesivo para muchas determinaciones cotidianas

 La presente sección contiene resúmenes y comentarios de nuevos artículos incorporados al sitio [www.perarg.com.ar](http://www.perarg.com.ar)

*sobre autos y motores*

**novedades técnicas en la web**

La página Test del ayer ([www.testdelayer.com.ar](http://www.testdelayer.com.ar)) es un sitio dedicado a reflejar la historia de la industria automotriz argentina. En él es posible encontrar pruebas de automóviles argentinos de todos los tiempos realizadas y publicados en las revistas Corsa, Parabrisas, Autoclub, Road Test, entre otros.



Por su parte el sitio [www.the-blueprints.com](http://www.the-blueprints.com) provee hasta cuatro vistas planas y en algunos casos proyecciones 3D de más de 45.000 modelos de vehículos fabricados en el mundo desde el año 1920, con sus dimensiones principales.

En ambos casos se trata de información buscada por los investigadores forenses para el estudio de casos que involucren esos vehículos

Por último referimos la página web [www.animatedengines.com](http://www.animatedengines.com) en la que se ilustra técnica y visualmente el funcionamiento de distintos modelos de motores de combustión externa e interna.

*Agradecemos a los Ings. Jorge Morera y Guillermo Gueler que aportaron esta información que ponemos a disposición de los lectores.*

## ***medio pan y un libro***

*Federico García Lorca*

"Cuando alguien va al teatro, a un concierto o a una fiesta de cualquier índole que sea, si la fiesta es de su agrado, recuerda inmediatamente y lamenta que las personas que él quiere no se encuentren allí. 'Lo que le gustaría esto a mi hermana, a mi padre', piensa, y no goza ya del espectáculo sino a través de una leve melancolía. Ésta es la melancolía que yo siento, no por la gente de mi casa, que sería pequeño y ruin, sino por todas las criaturas que por falta de medios y por desgracia suya no gozan del supremo bien de la belleza que es vida y es bondad y es serenidad y es pasión.

Por eso no tengo nunca un libro, porque regalo cuantos compro, que son infinitos, y por eso estoy aquí honrado y contento de inaugurar esta biblioteca del pueblo, la primera seguramente en toda la provincia de Granada.

No sólo de pan vive el hombre. Yo, si tuviera hambre y estuviera desvalido en la calle no pediría un pan; sino que pediría medio pan y un libro. Y yo ataco desde aquí violentamente a los que solamente hablan de reivindicaciones económicas sin nombrar jamás las reivindicaciones culturales que es lo que los pueblos piden a gritos. Bien está que todos los hombres coman, pero que todos los hombres sepan. Que gocen todos los frutos del espíritu humano porque lo contrario es convertirlos en máquinas al servicio de Estado, es convertirlos en esclavos de una terrible organización social.

Yo tengo mucha más lástima de un hombre que quiere saber y no puede, que de un hambriento. Porque un hambriento puede calmar su hambre fácilmente con un pedazo de pan o con unas frutas, pero un



hombre que tiene ansia de saber y no tiene medios, sufre una terrible agonía porque son libros, libros, muchos libros los que necesita y ¿dónde están esos libros?

¡Libros! ¡Libros! Hace aquí una palabra mágica que equivale a decir: 'amor, amor', y que debían los pueblos pedir como piden pan o como anhelan la lluvia para sus sementeras. Cuando el insigne escritor ruso Fedor Dostoyevsky, padre de la revolución rusa mucho más que Lenin, estaba prisionero en la Siberia, alejado del mundo, entre cuatro paredes y cercado por desoladas llanuras de nieve infinita; y pedía socorro en carta a su lejana familia, sólo decía: '¡Enviadme libros, libros, muchos libros para que mi alma no muera!'. Tenía frío y no pedía fuego, tenía terrible sed y no pedía agua: pedía libros, es decir, horizontes, es decir, escaleras para subir la cumbre del espíritu y del corazón. Porque la agonía física, biológica, natural, de un cuerpo por hambre, sed o frío, dura poco, muy poco, pero la agonía del alma insatisfecha dura toda la vida.

Ya ha dicho el gran Menéndez Pidal, uno de los sabios más verdaderos de Europa, que el lema de la República debe ser: 'Cultura'. Cultura porque sólo a través de ella se pueden resolver los problemas en que hoy se debate el pueblo lleno de fe, pero falto de luz.

discurso de Federico García Lorca al inaugurar la biblioteca de su pueblo, Fuente de Vaqueros , Granada, Septiembre de 1931.