

Posibilidad de nueva luz estelar, bajo la teoría del gradiente de probabilidad

RESUMEN

La inferencia estadística es una auxiliar de la física. Este trabajo analiza el fracaso sostenido (retraso) de fenómenos físicos hasta la aparición de un éxito. Entre ellos, se encuentra la luz, la cual tiene un retraso de 300.000.000 m/s y una probabilidad de éxito implícito en su velocidad. La metodología consiste en la formalización de un teorema denominado Gradiente de Probabilidad y la simulación de ensayos físicos. Los resultados indican que bajo un supuesto universo homogéneo e isotrópico, la probabilidad de recibir luz de una nueva estrella desconocida es $2,31E-9$ en un metro y en un segundo (bidimensional, $4,62E-09$). Un telescopio, necesitaría 4,17 años de escaneo; con los telescopios operativos en la Tierra las nuevas estrellas descubiertas por año serían 63; valor cercano al observado (50). El teorema refuerza el equilibrio dinámico y los fenómenos físicos responderían a causalidad y probabilidad. La probabilidad (azar) está acotada al valor acumulado 0,5 (grados de libertad). Un atractor-tensor neutraliza gradientes de probabilidad elevados (valor absoluto). En un espacio grande (campo de probabilidad) la aleatoriedad quedaría restringida a 50%; en uno pequeño, podrían acontecer retrasos dilatados. El retraso implica falta de información del observador.

PALABRAS CLAVE: Física Cuántica; Campo de Probabilidad; Teorema Gradiente de Probabilidad (TGP); Improbabilidad

Ignacio Pablo Traversa Tejero
igtraversa@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8490-7966
Sistema Nacional de Investigadores
Uruguay.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito científico, el principio cosmológico de un universo homogéneo e isotrópico (UHI) es reconocido a muy grandes escalas (WEINBERG, 1972). También fue aceptada la hipótesis de un universo dinámico y en expansión acelerada, cuando la relatividad especial eliminó el fantasma del espacio y el tiempo absoluto, cuando Hubble en 1929 encontró que las galaxias mostraban un corrimiento hacia el rojo (JANSEN, 2013) y cuando se halló una diferencia entre la edad teórica propuesta para el universo y las mayores distancias que fueron determinadas entre cuerpos celestes (LINEWEAVER; DAVIS, 2005). Las estimaciones de la edad del universo proponen el valor de $13,7E+9$ años (13.700 millones de años) cifra que difiere del valor estimado para el radio del universo observable (4.65×10^{10} años luz) (AGHANIM, N. *et al*, 2018).

La mecánica estadística, concebida como una herramienta teórica de conexión entre el mundo macroscópico y el microscópico, aplica criterios probabilísticos en el análisis termodinámico (GUZMÁN; CERVERA, 2006). La Estadística como auxilio de la Física, estima el comportamiento de los sistemas físicos macroscópicos y la interacción de un número significativo de componentes equivalentes llamados partículas. El uso de modelos probabilísticos simples como dados, urnas y bolillas, sirven como caricaturas a la hora de interpretar una realidad más compleja (EHRENFEST, 1958). En el presente, el computador facilita la implementación de esos modelos porque en pocas líneas de programación es posible procesar en tiempo real un alto volumen de información (FIGUEIRA; VEIT, 2004). La Probabilidad como una rama de la Estadística parte de la constatación de eventos observables que aunque posean una baja probabilidad de éxito pueden ocurrir (INFANTE; ZÁRATE DE LARA, 2015). En términos probabilísticos y no absolutos, el macroestado de un sistema se dirige, casi siempre, hacia el estado de equilibrio (más probable) que se corresponde con el mayor número de microestados (equiprobabilidad) (BOLTZMAN, 1986).

Por lo expuesto, este trabajo tiene como objetivo proponer razones de causalidad-probabilidad dentro de la teoría del gradiente de probabilidad (equilibrio dinámico), a partir del enunciado y demostración de un teorema que la apoya. Bajo la hipótesis de que un sistema físico se encuentra en equilibrio dinámico con gradiente cero, el objetivo particular perseguido de esta investigación fue el estudio del retardo, retraso, atraso o fracaso sostenido de los fenómenos físicos hasta la aparición de un éxito; asociado al concepto de frecuencia, dado por el número de repeticiones de un evento periódico. Entre esos retardos se encuentra la luz que de acuerdo con las mediciones realizadas demora $1/299.792.458$ metros por segundo, aproximadamente $3,00E+08$ m/s (BIPM, 1983). Maxwell concibe a luz como ondas electromagnéticas, cuya velocidad (c) es una constante universal válida para todos los observadores. En este retardo de la luz hay una probabilidad implícita a priori, y si tomamos un observador posicionado en la Tierra, es posible considerar la llegada de un haz de luz de una nueva estrella particular y desconocida hasta entonces en el firmamento. De esta manera, y como derivado cuantitativo y práctico de la teoría propuesta, el estudio también calcula la probabilidad asociada a la llegada del primer fotón de luz de la estrella desconocida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dado que la mente propone el razonamiento, y el computador la velocidad y la precisión de los ensayos aleatorios, fueron realizadas pruebas computacionales con salidas matriciales por medio de funciones de cálculo tales como: potencia, aleatorio entre, función lógica condicional (si), contar.si, funciones estadísticas varias y funciones anidadas.

La experimentación se realizó de dos modos: a partir de la modelización (forzada) con solamente fracasos sucesivos y la experimentación aleatoria con serie de éxitos y fracasos al azar. Todo dentro de las probabilidades clásicas y un modelo probabilístico de tipo Bernoulli, donde la variable aleatoria X se distribuye Binomial con parámetros: (n) número de éxitos y (p) probabilidad de éxito en cada repetición ($X \sim B(n,p)$) (MOORE, 2004).

De acuerdo con Born (1955), el movimiento de las partículas se ajusta a las leyes de probabilidad y según Zgrablich (2009), un sistema aislado en equilibrio, tiene la misma probabilidad de estar en cualquiera de los microestados accesibles. Si Ω es el número de microestados disponibles para una cierta energía, entonces la probabilidad de encontrar el sistema en un microestado cualquiera, es $p = 1/\Omega$. Luego, a partir del postulado anterior, se propone el enunciado y la demostración del teorema del gradiente de probabilidad, el cual conforma el marco teórico para explicar los resultados obtenidos.

TEOREMA DEL GRADIENTE DE PROBABILIDAD (TGP)

Enunciado: sea X una variable aleatoria con distribución Binomial (n,p), donde (n) es el número de ensayos y (p) la probabilidad de éxito en cada ensayo, medida como el número de casos favorables de un evento (A) sobre el número de casos totales (n). Si A es un evento de X , $f(x)$ es su probabilidad a priori y $F(x)$ es su función de probabilidad creciente o función de distribución de probabilidad

acumulativa (no negativa) medida como: $F(x) = 1 - (1-p)^r$, donde ($1-p$) es la probabilidad de fracaso y (r) es el número ensayos con resultado de fracaso constante al que le llamaremos atraso o retraso desde el último éxito obtenido. Sea $F'(x) = 1 - [1 - (1-p)^r]$ la función de probabilidad decreciente del complemento de (A) (evento (A')) o función desacumulativa (no negativa) o función de distribución de probabilidad desacumulativa (improbabilidad) del evento (A) y sea ΔG (gradiente de probabilidad) de (A) medido como $\Delta G(x)(A) = F(x) - F'(x)$, el cual asume valores positivos y negativos.

Entonces, por la Ley de los Grandes números, cuando (n) el número de repeticiones tiende a infinito (∞), la variable aleatoria de la frecuencia relativa (H_i), medida como la frecuencia absoluta (f_i) (número de éxitos A), sobre el total de casos (n); converge a (p) (probabilidad teórica). Asimismo, por el Teorema

Central del Límite, la forma aleatoria gaussiana $Z = (h_{i\bar{x}} - p) / \sigma^2 \sqrt{n}$, se distribuye en su forma límite como normal estándar ($Z \sim N(0,1)$); siendo $h_{i\bar{x}}$ el valor de la media aritmética de H_i , tomada de una muestra aleatoria de tamaño (n) y de una población con media poblacional (p) y varianza finita (σ^2).

Por lo tanto, si en este límite, se practican nuevos ensayos, ocurrirá éxito inminente del evento (A) en el retraso mediano (el número de fracasos sostenidos y acumulados desde el último éxito hasta una probabilidad acumulada de valor 0,5, siendo imposible que $F(x)$ asuma valores superiores a 0,5, independientemente del valor de la probabilidad inicial. Por extensión, lo anterior vale para A' (complemento de A), por lo que $F'(x)$ (probabilidad decreciente de A') no puede asumir valores inferiores a 0,5. Por generalización, este equilibrio dinámico ocurre para todos los resultados posibles de la variable aleatoria X y sus respectivos gradientes $\Delta G(x)$.

Demostración: por la estabilización de (H_i) entorno a p en (∞) , el valor de la relación h_i/p puede entenderse ahora como el valor del retraso acumulado (r) por lo que si solo si (h_i) debe ser igual a (p) . De este modo, en el próximo ensayo $F(x)$ será igual a $f(x)$, porque ahora puede entenderse $F(x)$ como:

$$F(x) = 1 - (1-p)^{h_i/p} = 1 - (1-p)^1 \rightarrow F(x) = p = f(x).$$

La relación h_i/p no puede ser ni mayor ni menor que 1, siendo $r=h_i/p=1$. A su vez, si (n) continúa en (∞) y la variable aleatoria H_i ($h_i \bar{x}-p$) se distribuye (Z) con media cero y varianza 1; el valor de la función de distribución acumulada ($F(h_i \bar{x}-p)$) de H_i ($h_i \bar{x}-p$) en cero, será igual a 0,5. Si por definición, la mediana (Me), es el valor de la frecuencia relativa donde la probabilidad acumulada es igual a 0,5, entonces si en el infinito (∞) repetimos el experimento una vez más, el retraso hasta el próximo éxito, tiene que ser el retraso mediano (el número de fracasos acumulados desde el último éxito hasta una probabilidad acumulada de 0,5). En este punto el $\Delta G(A)$ medido como $F(x)-F'(x)$, es igual a cero, lo que indica que en esta situación teórica y límite, H_i continua en equilibrio dinámico con p y la probabilidad acumulada es igual a la improbabilidad en el valor 0,5. Dado que $F'(x)$ es también la probabilidad del complemento de A, es decir la del evento (A'); su valor no disminuye más allá de 0,5, por lo que éstas restricciones se extienden para toda la sucesión (finita o infinita) de resultados posibles de la variable aleatoria X con sus respectivos complementos (A_A' ; A''_A''' ; . . . $A_n_A'_n$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A nivel macroscópico, el modelo convencional del universo presupone como válida la teoría general de la relatividad y plantea las hipótesis de homogeneidad e isotropía a las ecuaciones de campo de Einstein (WEINBERG, 1972).

ENSAYO DE EVENTO SIMPLE CON FRACASOS CONSTANTES

Se plantea un modelo ideal de evento simple de obtener el número cinco entre diez posibles, pero forzado en el computador a una serie sucesiva de fracasos. La Función de Probabilidad Acumulativa del evento (A) es:

$$F(x) = 1 - (0,90)^x \text{ (Tabla 1).}$$

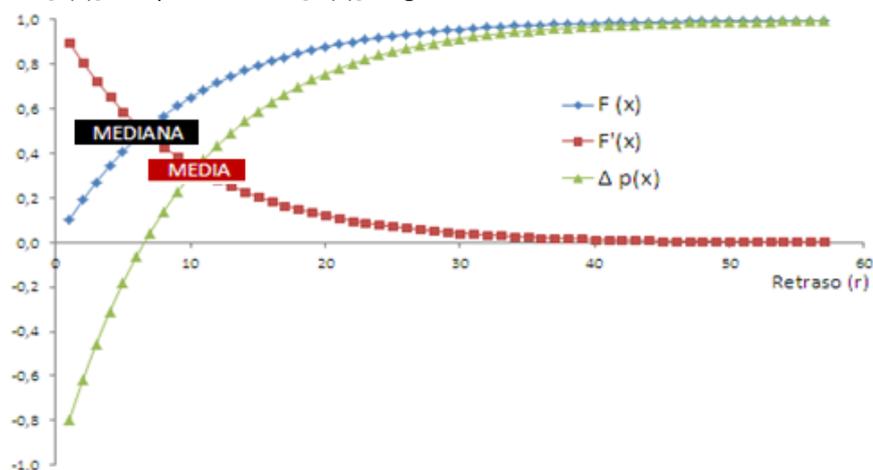
Tabla 1- Gradiente de probabilidad, por retraso de un evento simple

Retraso	F (x)	F'(x)	$\Delta p(x)=F(x)-F'(x)$
1	1E-01	0,90	-0,80
2	0,19	0,81	-0,62
3	0,27	0,73	-0,46
4	0,34	0,66	-0,31
5	0,41	0,59	-0,18
6	0,47	0,53	-0,06
7	0,52	0,48	MEDIANA 0,04
8	0,57	0,43	0,14
9	0,61	0,39	0,23
10	0,65	0,35	MEDIA 0,30
11	0,69	0,31	0,37
12	0,72	0,28	0,44
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
50	0,99	0,01	0,99
51	1,00	0,00	0,99
52	1,00	0,00	0,99
53	1,00	0,00	0,99
54	1,00	0,00	0,99
55	1,00	0,00	0,99
56	1,00	0,00	0,99
57	1,00	0,00	1,00

Fuente: el autor.

Por ser un experimento de Distribución Binomial (SPIEGEL; SIRINIVASAN; SCHILLER, 2001), la media o esperanza matemática $E(x)$ del evento es $n \cdot p$. En la décima repetición el valor de $E(X)=1$ ($10 \cdot 0,1$), lo que significa un éxito cada diez ensayos. A medida que el evento se retrasa y con la probabilidad a priori de 0,10; ocurre que la probabilidad acumulativa $F(x)$ aumenta, $F'(x)$ disminuye y el gradiente de probabilidad aumenta hasta llegar a uno en el ensayo aleatorio número 57 (dos decimales). El gradiente converge al valor uno, sin embargo por el hecho de tratarse de un experimento forzado al fracaso permanente. La mediana (Me) del evento A, ocurre en la repetición 6,6 con un valor de gradiente $\Delta(x)=0,0000003$ y una probabilidad acumulada del evento de 0,50.

Figura 1- Gradiente de probabilidad $\Delta(x)$ de un evento simple, Probabilidad acumulativa $[F(x)]$ e Improbabilidad $[F'(x)]$ luego de una sucesión de fracasos forzosos



Fuente: el autor.

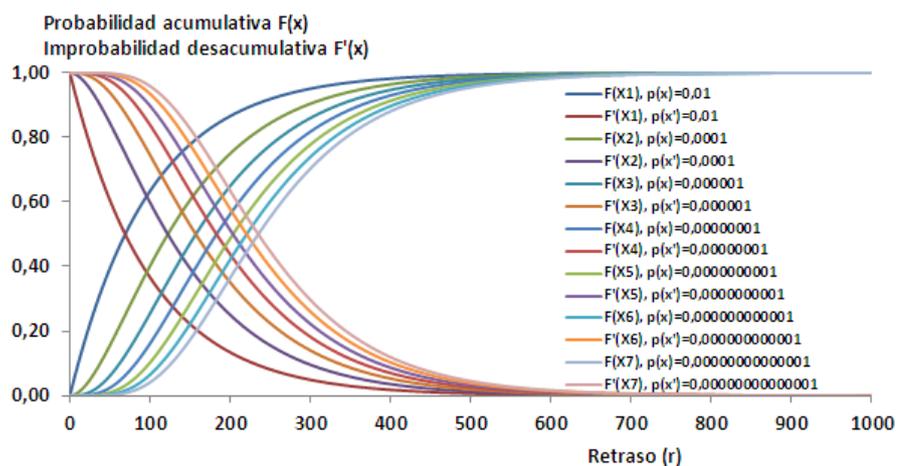
El entero más cercano es la repetición siete (7), momento en que se acumuló 0,52. Si se grafican las tres funciones de la tabla 1, en función del retraso, es posible observar que la Me, ocurre en intersección de $F(x)$ con $F'(x)$, cuando el $\Delta(x)$ es cero. Por su parte la $E(x)$ (esperanza, media o promedio) es 1 cuando ocurre la intersección entre $F'(x)$ con el $\Delta(x)$ (**Figura 1**).

ENSAYO DE EVENTOS COMBINADOS CON FRACASOS CONSTANTES

Si generalizamos el experimento computacional forzado simple para un experimento combinado (ej. obtener 3 en decenas y 7 en unidades), se tiene como probabilidad a priori el valor 0,01 [0,1 (decenas)*0,1(unidades)].

La Función de Probabilidad Acumulativa del evento es: $F(x) = 1 - (0,99)^x$. Igualmente, es posible definir las $F(x)$ y $F'(x)$ de eventos combinados de mayor orden combinatorio para probabilidades a priori de: 1E-2, 1E-3, ... 1E-14, y un número de repeticiones del experimento de mil (1000) veces (**Figura 2**).

Figura 2- Pares de funciones de Probabilidad [$F(x)$] e Improbabilidad [$F'(x)$] acumulativas de un evento combinado para diferentes probabilidades a priori

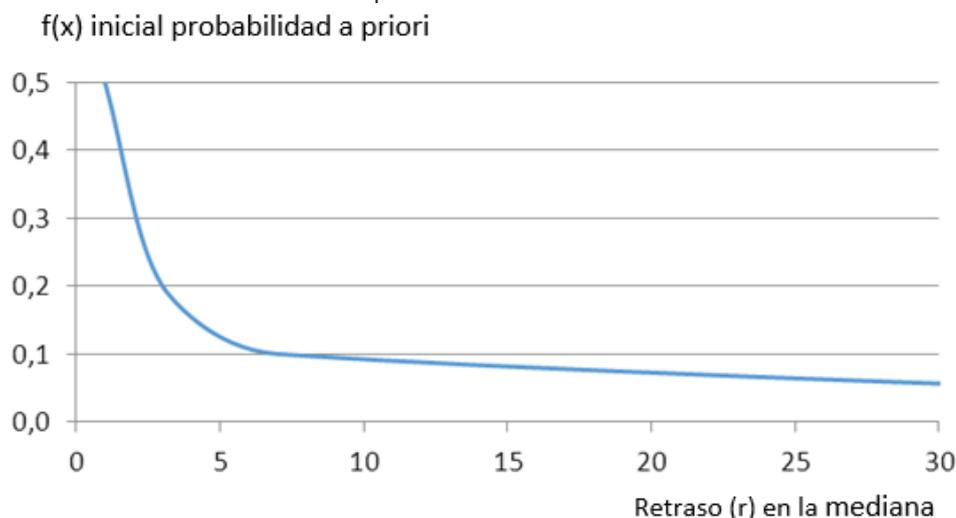


Fuente: el autor.

Se observa que los pares de funciones de probabilidad y de improbabilidad acumulativas se intersectan cuando las probabilidades de ocurrencia y no ocurrencia son iguales a 0,5, momento en que el gradiente de probabilidad del evento $\Delta(x)$ es igual a 0 (cero).

Los pares de funciones anteriores describen retrasos de acuerdo a la probabilidad a priori inicial del evento. Si se grafican todos los retrasos a las medianas (50% de probabilidad acumulada) en función de las probabilidades iniciales, se encuentra la función gráfica de la **Figura 3**.

Figura 3- Curva de retraso a las medianas (50% de probabilidad acumulada) en función de las probabilidades iniciales



Fuente: el autor.

ENSAYO DE EVENTO SIMPLE CON SUCESIÓN DE ÉXITOS Y FRACASOS

El experimento de la tabla 1 se comportó para una sucesión de exclusivamente fracasos. En este caso, se realiza un ensayo computacional con números aleatorios de éxitos y fracasos (ej. considerar éxito la obtención del número 2 (dos) entre (1-4)). Es posible plantar una matriz (**Tabla 2**) que contiene 500 repeticiones (filas).

Las columnas son las siguientes: número de ensayo, número aleatorio obtenido entre 1 y 4, resultado obtenido (éxito o fracaso), retraso acumulado desde el último éxito, probabilidad acumulada esperada como $F(x)e = 1 - (0,75)^{\text{ensayo}}$, improbabilidad acumulada esperada $F'(x)e = 1 - F(x)e$, gradiente de probabilidad esperado $\Delta p(e) = F(x) - F'(x)$, probabilidad acumulada observada $F(x)o = 1 - (0,75)^{\text{retraso}}$, improbabilidad acumulada observada $F'(x)o = 1 - F(x)o$.

Gradiente de probabilidad observado $\Delta p(o) = F(x)o - F'(x)o$, frecuencia absoluta f_i (número de éxitos acumulados), frecuencia relativa $(h_i) = \frac{f_i}{\text{no. de ensayos}}$, la frecuencia relativa sobre la probabilidad p (la probabilidad teórica de éxito 1:4, o 0,25) $\frac{h_i}{p}$, el gradiente de probabilidad ($\Delta p(x)$) medido como: $= h_i - p$ y la esperanza matemática E (x).

En la tabla 2, se aprecia que luego de 500 repeticiones el sistema se estabiliza con la relación h_i/p en convergencia al valor 1 (0,98) (Ley de los grandes números), con $f_i=122$, un valor aproximado a la esperanza teórica (125) y con $h_i=0,24$ (teórico 0,25).

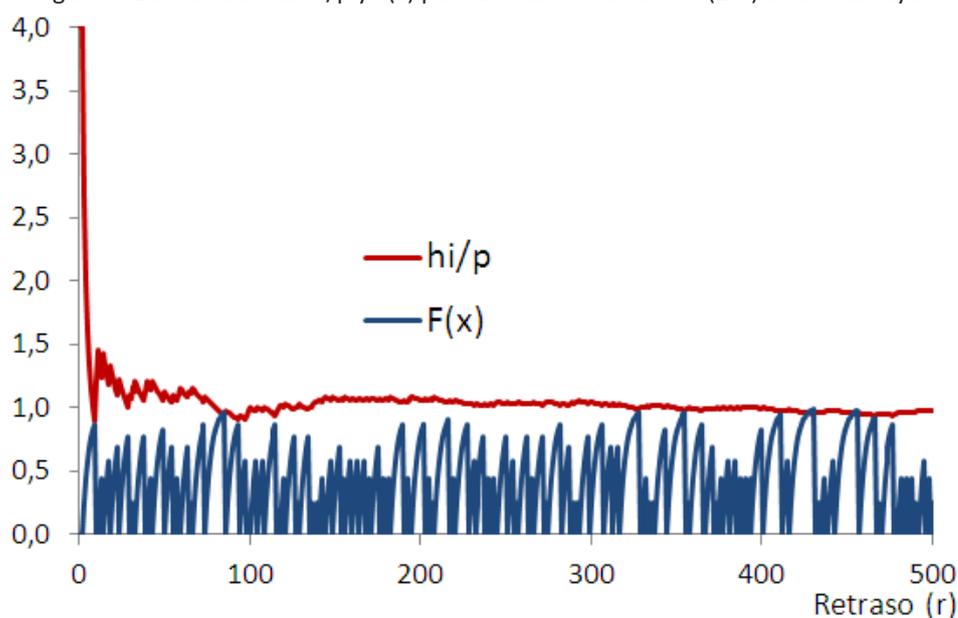
Tabla 2- Ensayo computacional para números aleatorios entre 1-4

Ensayo	Aleatorio	Éx/Fr	Retraso	F(x)e	F'(x)e	Ap(e)	F(x)o	F'(x)o	Ap(o)	fi	hi	hi/p	hi-p	E(x)
1	2	1	0	0,25	0,75	-0,50	0,00	1,00	-1,00	1	1,00	4,00	0,75	0,3
2	2	1	0	0,44	0,56	-0,13	0,00	1,00	-1,00	2	1,00	4,00	0,75	0,5
3	1	0	1	0,58	0,42	0,16	0,25	0,75	-0,50	2	0,67	2,67	0,42	0,8
4	1	0	2	0,68	0,32	0,37	0,44	0,56	-0,13	2	0,50	2,00	0,25	1,0
5	1	0	3	0,76	0,24	0,53	0,58	0,42	0,16	2	0,40	1,60	0,15	1,3
6	4	0	4	0,82	0,18	0,64	0,68	0,32	0,37	2	0,33	1,33	0,08	1,5
7	3	0	5	0,87	0,13	0,73	0,76	0,24	0,53	2	0,29	1,14	0,04	1,8
8	4	0	6	0,90	0,10	0,80	0,82	0,18	0,64	2	0,25	1,00	0,00	2,0
9	4	0	7	0,92	0,08	0,85	0,87	0,13	0,73	2	0,22	0,89	-0,03	2,3
10	2	1	0	0,94	0,06	0,89	0,00	1,00	-1,00	3	0,30	1,20	0,05	2,5
.
.
.
495	3	0	3	1,00	0,00	1,00	0,58	0,42	0,16	120	0,24	0,97	-0,01	123,8
496	2	1	0	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	-1,00	121	0,24	0,98	-0,01	124,0
497	1	0	1	1,00	0,00	1,00	0,25	0,75	-0,50	121	0,24	0,97	-0,01	124,3
498	4	0	2	1,00	0,00	1,00	0,44	0,56	-0,13	121	0,24	0,97	-0,01	124,5
499	2	1	0	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	-1,00	122	0,24	0,98	-0,01	124,8
500	3	0	1	1,00	0,00	1,00	0,25	0,75	-0,50	122	0,24	0,98	-0,01	125,0

Fuente: el autor.

Por su parte, en este experimento aleatorio (no forzado) $F(x)$ (observada) deja de comportarse como un estimador de probabilidad práctico, pues su distribución en “crestas” y su naturaleza discreta de éxitos y fracasos, si bien considera el retraso acumulado desde el último éxito, no computa el número de éxitos acumulados obtenidos desde el inicio o serie del experimento (Figura 4).

Figura 4- Distribución de hi/p y $F(x)$ para un número aleatorio (1-4) en 500 ensayos

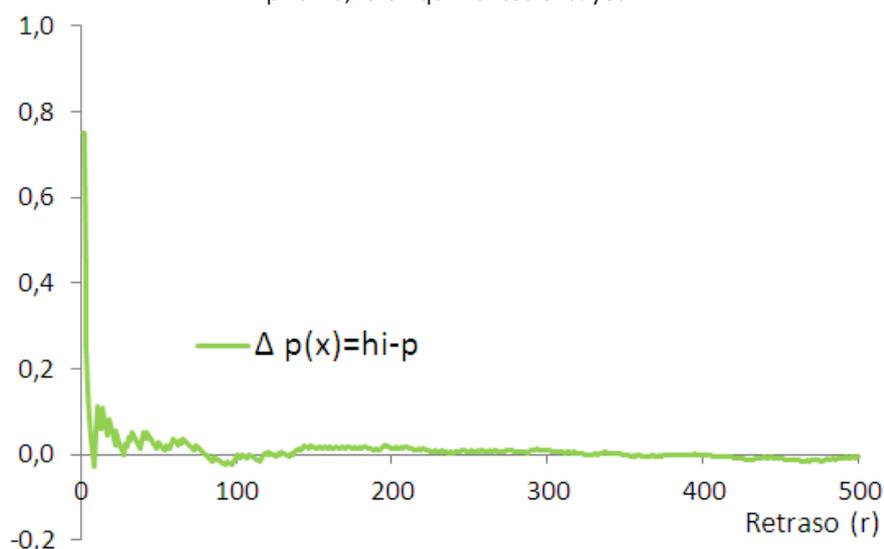


Fuente: el autor.

Quando se trata de una sucesión de éxitos y fracasos el gradiente de probabilidad puede estimarse por la diferencia entre la frecuencia relativa

observada y la probabilidad teórica: $\Delta p(x) = h_i - p$, la que puede presentar retrasos o adelantos leves luego de la estabilización. Si el modelo ideal no es forzado y se libra al azar, el gradiente de probabilidad (-0,01) tiende también a 0 (cero) (equilibrio dinámico) y describiría una distribución normal gaussiana entorno a (p) teórica (RUSTOM, 2012) (Figura 5).

Figura 5- Distribución del gradiente de probabilidad $\Delta p(x) = h_i - p$, para una probabilidad a priori 0,25 en quinientos ensayos



Fuente: el autor.

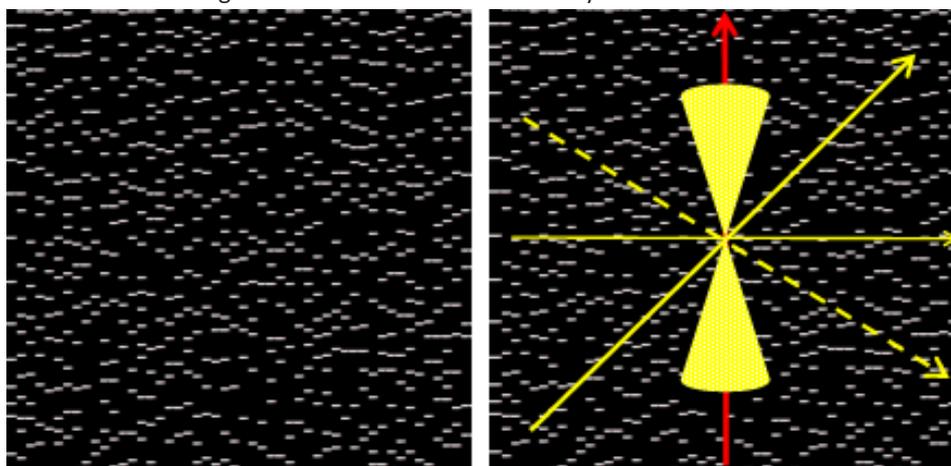
ENSAYO DE EVENTOS COMBINADOS CON SUCESIÓN DE ÉXITOS Y FRACASOS (ESTRELLAS EN EL UNIVERSO)

Se diseña una matriz de cálculo para la obtención de un número aleatorio entre 1 y 5, siendo éxito la extracción del número 5, se planta la matriz de $n=1500$ (50 columnas y 300 filas) y se obtienen éxitos con una probabilidad de $1/5$, por lo que la esperanza matemática es de 300 éxitos en las 1500 repeticiones: $E(x) = n * p$. La naturaleza combinada de este experimento radica en la obtención de éxito simultáneo en otros sectores de la matriz (Figura 6).

De manera general, puede entenderse el gradiente como la razón entre el cambio del valor de una magnitud entre dos puntos y la distancia que se registra entre ellos (ATKINS; DE PAULA, 2017), o la concentración de partículas (marcas blancas) en diferentes lugares de la superficie o espacio.

Puede observarse que la distribución de las marcas blancas sobre el fondo oscuro tiende a ocupar la superficie de manera homogénea (no concentrada), bajo una distribución de equilibrio o equidistancia que intenta saturar de manera uniforme el campo negro. Se observa que el padrón aleatorio y eventualmente concentrado en algunos sectores que pudiere ocurrir para una columna es compensado por el resto de la superficie con un gradiente universal neutro.

Figura 6- Izquierda: distribución de celdas éxito blancas (aleatorio 1-5, matriz n=1500). Derecha: analogía fotonos-estrellas del universo y cono de luz cuadridimensión



Fuente: el autor.

El patrón puede asemejarse al modelo UHI (WEINBERG, 1972), por lo que sobre el vacío (teórico), los puntos blancos son estrellas en el universo, partículas de grano fino o moléculas de los gases.

INCONSISTENCIA DE LA CAJA 19

En un ordenador se diseña una matriz de números aleatorios del 1 al 5, de dimensión 1*100 (columnas y filas), siendo éxito la extracción del número 5 para cada celda. En paralelo, el experimento es montado de manera independiente e idéntica en 19 ordenadores más, de los cuales desconocemos los resultados obtenidos. En nuestro computador, tendríamos éxitos y fracasos con una probabilidad de 1/5, por lo que la esperanza matemática sería $E(x)=20$. Los éxitos reales obtenidos son las bandas negras sobre el fondo gris (**Figura 7**).

Figura 7- Experimento de obtención de número aleatorio (1_ 5) columna (girada 90º)

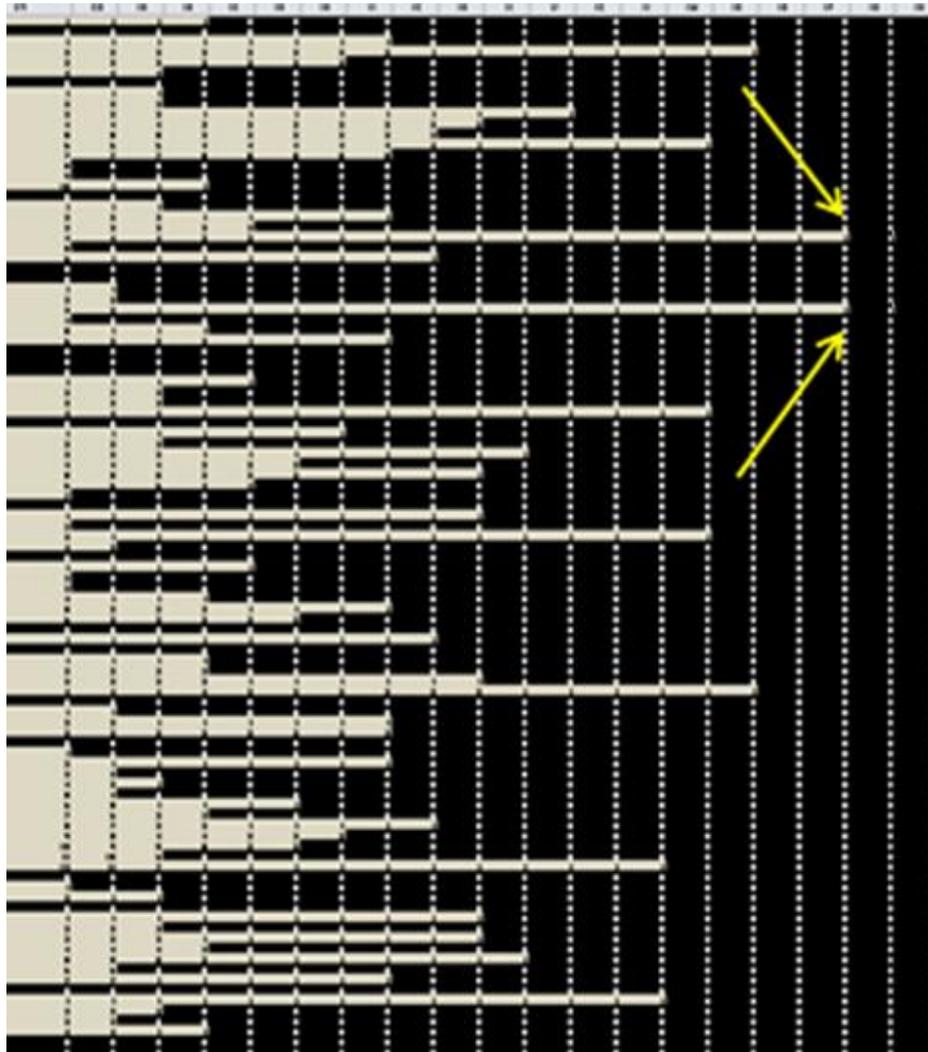


Fuente: el autor

Para los otros 19 ordenadores se plantaron matrices interrelacionadas con funciones condicionadas. La sintaxis para el primer valor obtenido en la caja 2 fue: =ALEATORIO.ENTRE(1;5) (primera matriz); =SI(FE2=5;1;0) (segunda); =SI(HC2=0;1;0) (tercera); =SI(KY2=0;0) (cuarta); =SI(JA2=0;0; MIN(\$IZ2:JA2)) (quinta). Luego de adaptar la sintaxis en todas las celdas restantes de la matriz, se refleja que una sucesión de fracasos se prolongó en la serie de ordenadores como máximo solo hasta el ordenador 18, por lo que la racha de retrasos no puede sostenerse de forma indefinida (**Figura 8**).

En la primera columna están los resultados del primer ordenador, en color negro (éxitos) y en gris (fracasos). La programación hace que el primer ordenador en el que aparece éxito determine que toda la línea horizontal a partir de él se vuelva éxito y por tanto aparezca el color negro de fondo.

Figura 8- Experimento n=2.000, obtención de número aleatorio (1_5) en matriz (20*100)



Fuente: el autor.

Se observa, que los fracasos pudieron extenderse por dos veces (coloreados en gris) hasta la antepenúltima columna (ordenador 18); dado que el color gris solo se dilata de forma continua y horizontal desde el inicio solo hasta la columna 18 (serie sostenida de fracasos sustentada en máximo 18 veces). A los efectos prácticos, el experimento se montó en un único ordenador considerando las veinte columnas como si fuesen veinte ordenadores independientes.

Si el experimento de naturaleza electrónica se montase materialmente en veinte cajas de cartón (naturaleza física), puede visualizarse también como una caja única que contiene 20*5 bolillas (100 bolillas: veinte numeradas con uno, veinte con dos . . . y veinte con cinco), de las cuales en simultáneo se extraen veinte de ellas, repitiéndose el experimento cien veces para alcanzar n=2.000. La esperanza matemática es $E(x)=2000*0,2=400$ éxitos. Vale decir, que si tuviéramos la información de lo ocurrido, nuestra aleatoriedad quedaría restringida pues al montarlo con veinte cajas los resultados tenderían a la obtención de al menos una bolilla con el número cinco (éxito), porque al tratarse de un experimento de naturaleza binomial la probabilidad de que ninguna de las veinte bolillas no contenga el número 5 y que obtengamos una secuencia de veinte fracasos en la

extracción

$$p(x=0) = \binom{n}{x} * p^x * (1-p)^{n-x} = \binom{20}{0} * 0,2^0 * (0,8)^{20} = 0,0115292.$$

es:

El valor encontrado es significativo (*) con un 95% de confianza. Si se extiende a 40 cajas la probabilidad de no obtener ningún éxito y obtener 40 fracasos es 1,33E-04 (**altamente significativo, 99 %).

Si volvemos a separar el experimento en cajas independientes y no tuviéramos información que el experimento de las 19 cajas restantes se estuviera practicando materialmente en otro lugar del espacio o en otro momento del tiempo; la incongruencia de la caja 19 envuelve una aparente contradicción, porque las paredes de cartón que separarían a las cajas supuestamente independientes serían virtuales, porque se las puede entender como una sola caja.

Entonces, cabe la interrogante: ¿los resultados de estos experimentos independientes no tienen relación alguna con los resultados obtenidos en nuestra caja y viceversa? ¿Puede existir un padrón de distribución de resultados no aleatorio que muestre una superficie de éxitos concentrada en un sector y diferente a lo mostrado en la figura 6? ¿Si bien los veinte experimentos individuales son independientes y aleatorios, no es posible decir que en la visión integral de todos ellos, la aleatoriedad quedaría restringida por un gradiente dinámico y neutro? ¿Si no obtener al menos un éxito es significativo con $n=20$ y altamente significativo con $n=40$; el fracaso continuo hasta el infinito es posible en la práctica?, ¿o es una posibilidad puramente teórica?

DE AMPLITUDES DISCRETAS A LA TEORÍA DEL GRADIENTE DE PROBABILIDAD (CAMPOS EN EL UNIVERSO)

Los experimentos unidimensionales consideraron la probabilidad $F(x)$ en función de una dimensión temporal (X) llamada retraso, pueden generalizarse porque de acuerdo con Jansen (2013), es posible representar todos los eventos en el espacio, bajo la teoría de campos y con infinitos grados de libertad, donde cada suceso esté caracterizado por su posición (x, y, z) y el momento t en que ocurre. La trayectoria de una señal de luz esférica emitida en el instante $t=0$, describe el cono de luz del pasado y del futuro (MINKOWSKI, 1908).

La probabilidad del experimento permanece constante al practicarlo en dos o tres dimensiones y también el $\Delta p(x)$; no obstante, la probabilidad de obtener al menos un éxito, no es constante y va en aumento con el tamaño de la muestra por la presión de búsqueda del éxito. La posibilidad de detección de un evento raro en el universo, aumenta y es relativa al universo explorado y a las dimensiones analizadas, cuanto mayor sea el universo explorado mayor será la frecuencia absoluta del evento. Al pasar de una dimensión de búsqueda para dos (XY) o para tres (XYZ) (volumen V); aumentamos la muestra ($n = E(x)/p$). La esperanza de un evento posible deja de ser constante porque n es variable (ej. con una moneda corriente si $n=10$, $E(x)=5$ y si $n=30$, $E(x)= 15$).

Si se considera el lanzamiento físico de un dado 768 veces y la obtención de número 6 como éxito ($p=1/6= 0,167$) (constante, independiente de las dimensiones analizadas). Al considerar las tres dimensiones espaciales ($XYZ=V$), se pasa de 36 éxitos ($n=216$) a 589.824 éxitos ($n=452.984.832$) (**Tabla 3**).

Tabla 3- Lanzamientos de un dado en tres dimensiones, por (p) y (fi)

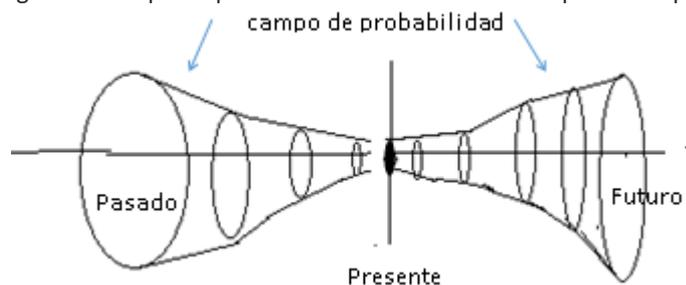
X	Y	Z	V	p(x)	E(x) o fi
1	1	1	1	0,167	-
6	6	6	216	0,167	36
12	12	12	1728	0,167	144
192	192	192	7077888	0,167	36864
384	384	384	56623104	0,167	147456
768	768	768	452984832	0,167	589824

Fuente: el autor.

Por tanto, si la probabilidad de un evento fuese muy baja, aumentaría la probabilidad de su éxito debido al aumento de la frecuencia absoluta (fi) por la consideración de las dos dimensiones adicionales (y,z); las cuales también aumentarán los casos posibles, para que p(x) se mantenga constante. Lo expuesto, implica la posibilidad de aumentar la probabilidad de éxito de un evento raro, a los efectos de que ocurra al menos una vez y pueda así, ser detectado o hallado. Entonces, para tres dimensiones la $f(i)xyz = 3(fi)x$; si f(i)xyz es superior en tres veces, se triplica también la probabilidad de éxito (p) dado que $p(xyz) = 3p(x)t$ (donde t, es el tiempo).

La métrica del universo se puede escribir como una familia de hipersuperficies (superficies tridimensionales) espaciales, cada una homogénea e isotrópica, que representan el universo a un tiempo t constante (JANSEN, 2013). Si un evento tiene probabilidad mensurable (ocurre en el universo), entonces a los efectos de “rastrearlo”, la presión más rápida de muestreo sería viajando a la velocidad de la luz (c) en distintas direcciones (FRENCH; TAYLOR, 1982). Debido a una mayor exploración de la porción universal, la probabilidad de ocurrencia aumentaría a razón de 300.000.000 m/s por cada dirección de rastreo; del mismo modo la improbabilidad disminuirá con (c). Como la luz nos “ahorra el viaje” porque es ella la que viaja (sistema comóvil-síncrono), es posible cambiar el retraso de ensayos sin éxito por el retraso de “tiempo luz” (c) (tiempo que demora la luz en recorrer una distancia) en un campo de probabilidad (Figura 9).

Figura 9- Campo de probabilidad en la dimensión espacio-temporal



Fuente: el autor.

A mayor presión de muestreo podrían aparecer eventos raros o desconocidos, que no habían sido detectados y cuya frecuencia absoluta hasta el presente fuese cero (fi=0). Si la esperanza de un evento posible es $E(x) = n * p$, entonces $n = E(x)/p$. Si $n = 300.000.000$ m/s y es la constante de la velocidad de la luz (longitud de onda (λ) $2,00E-6$ (m) y frecuencia $1,5E14$ (Hz)); la esperanza del evento aumenta por una mayor velocidad de exploración. Si hi converge a la probabilidad teórica cuando n tiende a infinito, entonces podemos substituir la p(x) teórica por hi (frecuencia relativa) $E(x) = n * hi$. Si $hi = 3f(i)x/n$, se

obtiene: $E(x) = n * 3f(i)x/n$. Entonces, a la velocidad de la luz y en tres dimensiones diferentes, la esperanza del evento desconocido pasa a ser 1:

$$\lim_{n \rightarrow c} E(x) = 3f(i)x \quad \text{Ecuación (1)}$$

A su vez por el TGP, el gradiente de probabilidad del evento raro es igual 0 (porque $F(x)=F'(x)$) y la probabilidad de éxito (p) en las tres dimensiones de este evento desconocido es $p(x,y,z,t) = 3p(x)t$. Si para un evento en una dimensión, el gradiente de probabilidades e improbabilidades está equilibrado en cero, entonces: $F(x) = 1 - (1 - p)^r = 0,5$, por lo que $0,5 = 1 - (1 - p)^r$ o $(1 - p)^r = 0,5$, quedando: $\sqrt[r]{0,5} = 1 - p$. Al substituir el tiempo de retraso (r) por (c) (tiempo-luz), se tiene la ecuación del retraso (2) en función de la probabilidad a priori:

$$1 - \sqrt[r]{0,5} = p \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde c, es el tiempo de retraso de la luz (1" en 3,00E+08 m) y p, es la probabilidad a priori del evento. Con la ecuación (2) es posible construir **Tabla 4**.

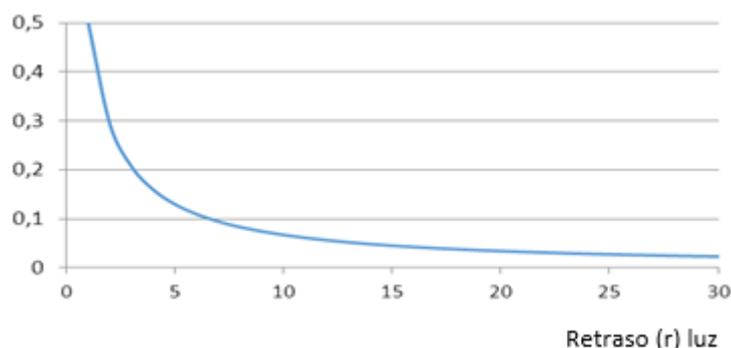
Tabla 4- Probabilidad a priori p (x) de un evento en función de su retraso

Retraso	f(x)	Retraso	f(x)	Retraso	f(x)
1	0,5	11	0,061069	21	0,032468
2	0,292893	12	0,056126	22	0,031016
3	0,206299	13	0,051922	23	0,029687
4	0,159104	14	0,048305	24	0,028468
5	0,129449	15	0,045158	25	0,027345
6	0,109101	16	0,042397	26	0,026307
7	0,094276	17	0,039953	27	0,025345
8	0,082996	18	0,037776	28	0,024451
9	0,074125	19	0,035824	29	0,023618
10	0,066967	20	0,034064	30	0,022840

Fuente: el autor.

La **Tabla 4** refleja que cuanto más tiempo pasa, más disminuye la probabilidad de encontrar un evento (**Figura 10**).

Figura 10- Distribución de p(x) de un evento en función de su retraso f(x) inicial (probabilidad a priori)



Fuente: el autor

La luz atrasa 1" en 300.000.000 metros, entonces la expresión computacional para la ecuación (2) es: $1 - (\text{POTENCIA}(0,5; 1/3,00E+08)) = 2,31E-9$ m/s. El resultado significa que en un intervalo de distancia de 1 m y en un intervalo de tiempo de 1", la probabilidad de encontrar la llegada del primer fotón de un haz de luz de una nueva estrella particular de la cual aún no ha llegado su luz, es 0,00000000231, este valor es la probabilidad de éxito a priori y es constante.

Con esa probabilidad a priori es posible el planteo de la función original acumulativa Binomial $F(x) = 1 - (1 - p)^x$ y obtener el retraso acumulado en segundos para tener un 50% de chances de éxito en una dimensión $F(0,5) = 1 - (1 - 2,31E-9)^r = 1 - (\text{POTENCIA}(1-2,31E-9; r))$ ó $r = \text{LOG}(0,5; (1-2,31E-9))$. Para tres dimensiones $F(0,5) = 1 - (1 - 6,93E-9)^r = 1 - (\text{POTENCIA}(1-6,93E-9; r))$ ó $r = \text{LOG}(0,5; (1-6,93E-9))$. El valor (r) para una dimensión en segundos es 300.063.718 (9,51 años) y el valor (r) para tres dimensiones es 100.021.238 segundos (3,17 años).

En escaneo telescópico bidimensional: $r = \text{LOG}(0,5; (1-4,62E-09)) = 150.031.855$ segundos. Luego, un año calendario tiene 31.536.000" ($60*60*24*365$); entonces $150.031.855/31.536.000 = 4,76$ años. Esta cifra equivale al escaneo del cielo, a los efectos de encontrar la luz de la nueva estrella (luego de detectado el primer fotón el evento es éxito).

La frecuencia absoluta (fi) puede escribirse como: $fi = hi * n$, si $\lim_{n \rightarrow \infty} hi = p$ (entonces en su forma límite $fi = p * n$). Asimismo, si (n) el tamaño de la muestra, es la velocidad de la luz; un escaneo teórico a esta velocidad aumentaría la detección de fotones de nuevas estrellas a 0,69 m/s ($2,31E-9 * 3,00E+08$). Puede obtenerse también a partir de: $p = fi/c = 1 - \sqrt[3]{0,5}$; $fi = c(1 - \sqrt[3]{0,5})$; $fi = c - c\sqrt[3]{0,5} = 3,00E+08 - (3,00E+08 * \text{POTENCIA}(0,5; 1/3,00E+08)) = 0,69$ m/s (una dimensión). Para viaje en dos dimensiones serán $1,39$ m²/s y en tres $2,08$ m³/s.

La tasa de producción de supernovas en una galaxia del tamaño de la Vía Láctea es cercana a dos por siglo, valor más alto que la tasa real observada; lo que implica que una parte de estos eventos quedan oculta para la Tierra a causa de polvo interestelar (TÜRLER, 2006). Se estima que cada año se descubren hasta 50 supernovas en otras galaxias, pero la mayoría están demasiado lejos para ser vistas sin un telescopio (NASA, 2020). De acuerdo con (TRIMBLE, 2009), existen aproximadamente 300 telescopios operando en la Tierra con capacidad de detección de nuevas estrellas. El cruce de las dos cifras anteriores (50/300), daría una atribución media de descubrimiento de 0,167 (estrellas/año/telescopio). Con un escaneo bidimensional y considerando la probabilidad propuesta $4,62E-09$ (dos dimensiones) y como fue calculado que se precisarían 4,76 años para descubrir una nueva estrella; la atribución sería: $1/4,76 = 0,210$ (estrellas/año/telescopio), por lo que el valor esperado para los 300 telescopios operativos sería igual a $300 * 0,210 = 63$ estrellas nuevas cada año. Estos valores esperados, son cercanos al estimado a partir del cruce de la información de ambos autores.

TEORÍA DEL GRADIENTE DE PROBABILIDAD EN EL ESPACIO-TIEMPO

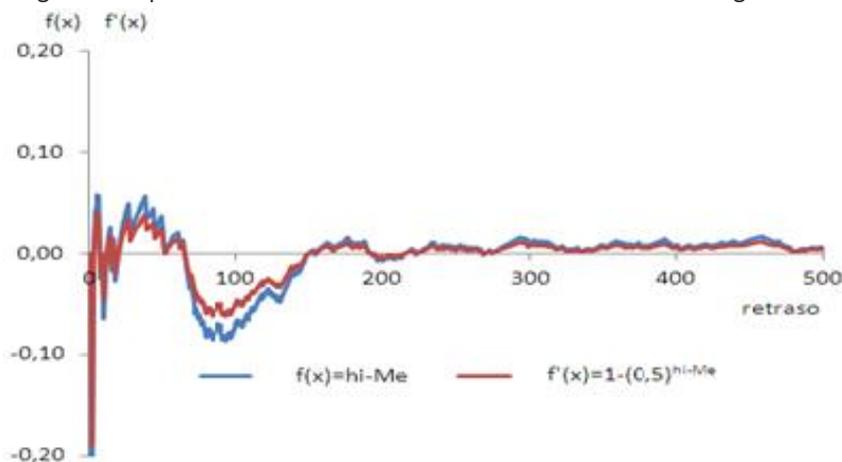
Si un evento es imposible, no es preocupación de la probabilidad, si a otro evento se le conoce la probabilidad deja de ser preocupación porque ya se tiene la información. Por tanto, el foco estaría en eventos posibles pero desconocidos

en su probabilidad (ej. una nueva estrella). De tenerse información de frecuencias relativas (probabilidades), puede estimarse el retraso (medida espacio temporal del ciclo del evento), en el caso de disponerse de información de retrasos puede estimarse la probabilidad. Las expresiones son las siguientes expresiones:

$$r = \log_{(1-p)} 0,5 \quad \text{y} \quad p = 1 - \sqrt[0,5]{0,5}.$$

Si se desconoce la probabilidad de un evento puede monitorearse su frecuencia relativa (h_i) y su mediana (Me) en función del retraso; cuando la función diferencia entre ambas converga con la función: $1 - (\text{potencia}(0,5; h_i - Me))$, h_i será una buena aproximación de la probabilidad buscada (**Figura 11**).

Figura 11- Aproximación entre la diferencia $h_i - Me$ con función de gradiente



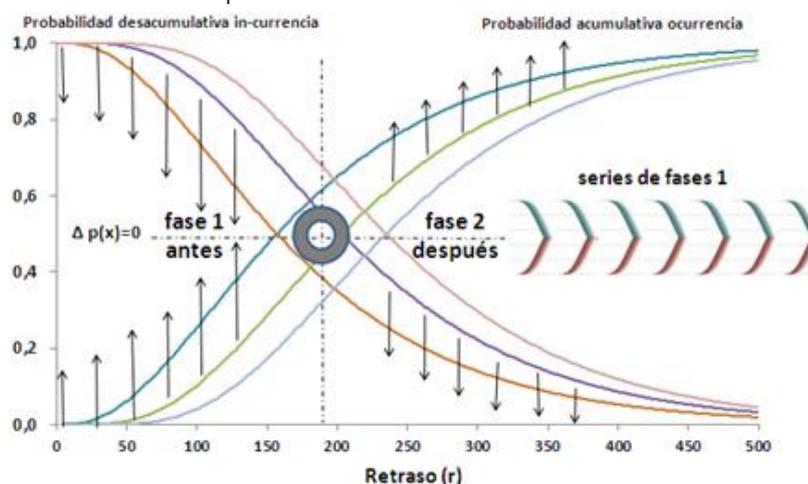
Fuente: el autor

La teoría describe el transcurso del macroestado a partir de sucesiones de microestados dinámicos que transcurren por prioridad probabilística para mantener los gradientes en cero, al compensar los retrasos a expensas de los leves adelantos que pudieran ocurrir. La **Figura 12** resume de forma gráfica y presenta dos zonas: una previa (fase 1-antes) de flechas convergentes a la ocurrencia del fenómeno físico que actúan como atractor-tensor y una posterior (fase 2-después) del centro de la distribución (anillo central), caracterizada por flechas divergentes. Si tomamos un fenómeno físico con una bajísima probabilidad a priori; en la fase 1, las tendencias son progresivamente crecientes a ocurrir y decrecientes a no ocurrir respectivamente.

No obstante, ambos (la ocurrencia y la in-ocurrencia (como antónimo)) llegan a un punto crítico en la zona bien próxima al anillo central, cuando tienen una probabilidad considerable en cada instante. Esas probabilidades son de 0,5 para ocurrir y de 0,5 para no ocurrir. Por lo tanto, en esa de interfase (fase 1-fase 2), cada repetición del evento de bajísima probabilidad inicial, asemeja al lanzamiento de una moneda; no dilatándose (en mediana) más de una repetición para obtenerse éxito (colisión). Luego, la probabilidad acumulativa converge a 1 con $n (\infty)$; sin embargo en esta segunda fase del gráfico, los eventos quedan librados a un escenario de muy fuertes probabilidades de ocurrencia y muy débiles probabilidades de in-ocurrencia; situación a la que no se llegaría dado un UHI. Por tanto, de forma iterativa sí se sucederían, series de fases 1 (ondas de probabilidad) continuas (aumento creciente de probabilidad) y discretas (presencia-ausencia).

En el espacio es posible cambiar el retraso temporal por la distancia (distancia recorrida con fracaso). Si en $(\infty) p=f(x)=F(x)$, entonces el evento (ej. partícula) tiene la probabilidad esperada y la improbabilidad esperada y en un momento x será atraída a un lugar concreto independiente de su probabilidad asignada (proporción en el universo). La improbabilidad, se entiende como la distancia recorrida sin el éxito de encontrarla. En el UHI, un individuo tiene igualdad entre observado y esperado, no observa retardo espacio-temporal y tiene $AG=0$. El retraso no es otra cosa que falta de información por parte del observador que posee solo una muestra pequeña (ej. una estrella que está pero aún no ha llegado su luz y no es detectada).

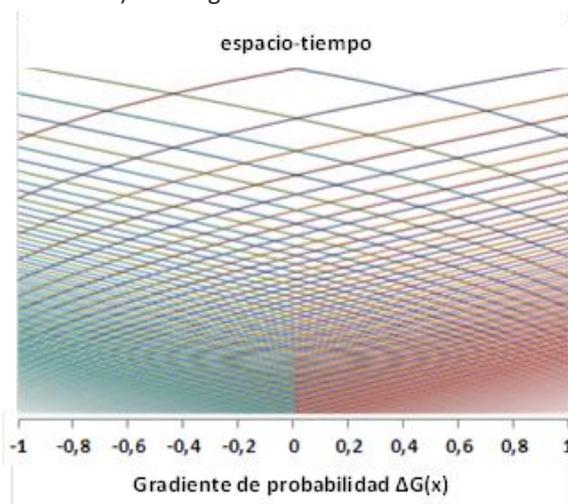
Figura 12- Fases temporales en la teoría de gradiente de probabilidad y la dinámica probabilística de los eventos físicos



Fuente: el autor.

El campo de probabilidad del macroestado es una medida de certidumbre, el atractor no implica determinismo cuántico; implica probabilidad y causalidad. La **Figura 13**, lo plantea para probabilidades a priori que van de: $1E-4$, $1E-6$, $1E-8$, ... a $1E-244$.

Figura 13- Campo de probabilidad formado por probabilidades e improbabilidades (ondas de probabilidad) convergiendo a un atractor en el valor 0 (cero)



Fuente: el autor.

CONCLUSIONES

(i) La Matemática pone su atención en la probabilidad y no en la improbabilidad, ésta última tendría que visualizarse como una medida de imposibilidad de ocurrencia de un evento físico, debido a la necesidad real de ocurrencia de otros eventos complementarios que sugieren una situación de equilibrio dinámico. El TGP, da base a la teoría de gradiente y está a la proposición de un modelo de probabilidad aplicable a eventos de los cuales se desconozca su distribución probabilística. La teoría de gradiente de probabilidad, refuerza la teoría del equilibrio dinámico de estados de la física.

(ii) Como consecuencia del teorema del gradiente de probabilidad, los fenómenos físicos responderían a causalidad y probabilidad. Dada cualquier probabilidad a priori para una partícula, el azar juega su papel, sin embargo sus grados de libertad están acotados al valor 0,5 de probabilidad acumulada (gradiente de valor cero). Los fenómenos están regidos por el azar, pero la causalidad es alcanzada cuando la probabilidad acumulada llega al valor 0,5. En un espacio pequeño, podrían acontecer retrasos dilatados, pero en un espacio grande, la aleatoriedad quedaría restringida y explica sólo el 50% del estado. La predicibilidad del sistema espacio tiempo es cuasi imposible, no obstante existiría en todo sistema de referencia universal, una tendencia sostenida (atractor-tensor) a neutralizar gradientes elevados y reducidos de probabilidad de los eventos. En cada momento se mantienen igualadas las probabilidades de ocurrencia de los eventos con sus improbabilidades de ocurrencia. La información previa o registro de sucesiones de éxitos y de fracasos pasados, estaría relacionada en su forma límite con un fenómeno aleatorio presente y este con los futuros. El retraso de un evento implica falta de información del observador y estaría asociado a una muestra pequeña.

(iii) La probabilidad a priori de un evento podría considerarse constante para un UHI, pero la probabilidad de éxito puede aumentarse con el aumento de la muestra ("presión de muestreo"). Debido al retardo de la luz, la probabilidad de encontrar luz de una nueva estrella es de $2,31E-9$ en un metro y en un segundo. Se necesitarían 4,76 años de escaneo, en dos dimensiones para encontrar la luz de la nueva estrella.

Possibilidade de nova luz estelar, sob a teoria do gradiente de probabilidade

RESUMO

A inferência estatística é um auxiliar da física. Este trabalho analisa a falha sustentada (atraso) dos fenômenos físicos até o aparecimento de um sucesso. Entre eles está a luz, que possui um atraso de 300.000.000 m/s e uma probabilidade implícita de sucesso em sua velocidade. A metodologia consiste na formalização de um teorema denominado Gradiente de Probabilidade e na simulação de testes físicos. Os resultados indicam que, assumindo um universo homogêneo e isotrópico, a probabilidade de receber luz de uma nova estrela desconhecida é de $2,31E-9$ em um metro e um segundo (bidimensional, $4,62E-09$). Um telescópio precisaria de 4,17 anos de varredura; com telescópios operando na Terra, as novas estrelas descobertas por ano seriam 63; valor próximo ao observado (50). O teorema reforça o equilíbrio dinâmico e os fenômenos físicos respondem à causalidade e à probabilidade. A probabilidade (chance) é limitada ao valor acumulado 0,5 (graus de liberdade). Um atrator-tensor neutraliza gradientes de alta probabilidade (valor absoluto). Em um espaço grande (campo de probabilidade), a aleatoriedade seria restrita a 50%; em um pequeno, podem ocorrer longos atrasos. O atraso implica falta de informação do observador.

PALAVRAS CHAVE: Física Quântica; Campo de Probabilidade; Teorema do Gradiente de Probabilidade (TGP); Improbabilidade.

Possibility of new starlight, under the probability gradient theory

ABSTRACT

Statistical inference is an auxiliary to physics. This work analyzes the sustained failure (delay) of physical phenomena until the appearance of a success. Among them is light, which has a delay of 300.000.000 m/s and an implicit probability of success in its speed. The methodology consists of the formalization of a theorem called Probability Gradient and the simulation of physical tests. The results indicate that under an assumed homogeneous and isotropic universe, the probability of receiving light from a new unknown star is 2.31E-9 in one meter and one second (two-dimensional, 4.62E-09). A telescope would need 4.17 years of scanning; with telescopes operating on Earth the new stars discovered per year would be 63; value close to that observed (50). The theorem reinforces dynamic equilibrium and physical phenomena would respond to causality and probability. The probability (chance) is limited to the accumulated value 0.5 (degrees of freedom). An attractor-tensor neutralizes high probability gradients (absolute value). In a large space (probability field) the randomness would be restricted to 50%. In a small one, long delays may occur. The delay implies lack of information from the observer.

KEY WORDS: Quantum Physics, Probability Field; Probability Gradient Theorem (TGP); Improbability.

REFERENCIAS

AGHANIM, N. *et al.* PLANCK 2018 Results. VI. Cosmological parameters. **Astronomy & Astrophysics**. September 24, p. 1-72, 2019. Disponible en:<<https://arxiv.org/pdf/1807.06209v2.pdf>> consultado en 27 de febrero de 2020.

ATKINS, P.; DE PAULA, J. **Elements of Physical Chemistry**. Oxford University Press. 2017.

BIPM. Bureau International des poids et mesures. **Resolution 1 of the 17th CGPM 1983**. Disponible en:<<https://www.bipm.org/en/CGPM/db/17/1/>>consultado 28 febrero 2020.

BOLTZMANN, L. **Escritos de mecánica y termodinámica**. Ed. Alianza. Madrid. 1986.

BORN, M. Statistical interpretation of Quantum Mechanics. **Science** 122 (3172): 675-679. doi: 10.2307/1752079, 1955.

EHRENFEST, T. On the use of the Notion Probability in Physics. **American Journal of Physics**, v. 26, n.6, p. 3888-392, 1958.

FIGUEIRA, J. S.; VEIT, E. A. Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de Física. **Rev. Bras. Ensino Física**. São Paulo, v. 26, n. 3, p. 203-211, 2004.

FRENCH, A. P.; TAYLOR, E. F. **Introducción a la Física Cuántica** (Curso de Física del M.I.T.). Ed. Reverte. 1982.

GUZMÁN, R; CERVERA, J.A. La mecánica estadística: sus orígenes y sus paradojas a la luz de los escritos de Paul y Tatiana Ehrenfest Lull. **Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas**, vol. 29, p. 331-356. 2006.

INFANTE GIL, SAID; ZARATE DE LARA, G.P. **Métodos estadísticos**. Editorial: Mundi-prensa libros. 2015.

JANSEN, B. **Teoría de la Relatividad General**. Universidad de Granada. 2013. Disponible en:<<https://www.ugr.es/~bjanssen/text/BertJanssen-RelatividadGeneral.pdf>>consultado en 28 de febrero de 2020.

LINEWEAVER, C.H.; DAVIS, T.M. Misconceptions about the Big Bang. **Scientific American**. p. 36-45, 2005. Disponible en:<<https://www.mso.anu.edu.au/~charley/papers/LineweaverDavisSciAm.pdf>> consultado el 26 de febrero de 2020.

MINKOWSKI, H. **Space and time**. Adress delivered at the 80 th Assembly of German Natural Scientist Physicians, at Cologne, 21 september 1908, translated in Einstein *et al.* 1923.

MOORE, D. S. **Estadística aplicada básica**. Purdue University. Segunda edición. España. 2004.

NASA SCIENCE. Share the Science. **Stars**. Disponible en:<<https://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/how-do-stars-form-and-evolve>>consultado en 28 de febrero de 2020.

RUSTOM J. A. **Estadística descriptiva, probabilidad e inferencia**. Una visión conceptual y aplicada. 2012.

SPIEGEL, M.R; SRINIVASAN, R.A.; SCHILLER, J.J. **Teoría y problemas de probabilidad y estadística**. Bogotá. McGraw-Hill, 2001.

TRIMBLE, V. A generation of astronomical telescopes, their users, and publications. **Scientometrics**. v. 84. p. 21-34, 2010. Disponible en:<<https://akademai.com/doi/abs/10.1007/s11192-009-0070-6>> consultado en 3 de marzo de 2020.

TÜRLER, M. **Integral reveals Milky Ways supernova rate**. CERN Courier. Reporting on international high-energy physics 46 (1). 2006. Disponible en:<<https://cerncourier.com/a/integral-reveals-milky-ways-supernova-rate/>> consultado en 26 de febrero de 2020.

WEINBERG. S. **Gravitation and Cosmology**. Principles And Applications Of The General Theory Of Relativity. John Wiley and Sons, 1972.

ZGRABLICH, G. **Elementos de mecánica estadística**. Universidad Autónoma Metropolitana México, D. F. 2009.

Recebido: 01 de março de 2020.

Aprovado: 02 de abril de 2020.

DOI:

Como citar: TRAVERSA, I.P.T, Posibilidad de nueva luz estelar, bajo la teoría del gradiente de probabilidad, Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada, Ponta Grossa, v. 7, n.1, p. 01-22, abril. 2020.

Contato: Fulano de Tal: igtraversa@gmail.com

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

