



# La tragedia bayesiana desde la iatrogenia clínica hasta la biotecnología

Mara Lamothe,<sup>a</sup>  
Nery Lamothe,<sup>a</sup>  
Daniel Lamothe,<sup>b</sup>  
Pedro Alberto Lamothe<sup>c</sup>

## Bayesian tragedy, from clinical iatrogenesis to biotechnology

Los algoritmos diagnósticos, así como el diseño biotecnológico, requieren del cálculo de la probabilidad condicional, dada la presencia de ciertos datos positivos en el contexto de la prevalencia, de la sensibilidad y de la especificidad, se necesita estimar la probabilidad de que el paciente tenga una determinada enfermedad. A veces, con una prueba de escrutinio se pasa de una probabilidad de 1/1000 a 1/20, constituyendo un gran avance diagnóstico, reduciendo la incertidumbre espectacularmente; sin embargo, la tragedia consiste en que la mayoría de los médicos creen que la probabilidad cambió de 0.1% (1/1000) a más del 90%, lo que es escandalosamente errado. La iatrogenia nace del error al contestar a la pregunta: "Dado que la prueba es positiva, ¿cuál es la probabilidad de que el paciente tenga la enfermedad?" En otros casos lo trágico consiste en aplicar una prueba a un individuo que pertenece a una subpoblación para la que esta no fue diseñada. Adicionalmente, se pone en evidencia que la fascinación por la sensibilidad evita que se apliquen métodos menos sensibles en poblaciones que están abandonadas, pues no se trata de hacer mejores pruebas que las que hace el Estado a los pacientes que atiende, sino de hacer pruebas de menor exactitud a los pacientes que no atiende el Estado.

Diagnostic algorithms, as well as the biotechnological design, require the calculation of conditional probability, given the presence of certain positive data, in the context of prevalence, sensitivity and specificity; It is necessary to estimate the probability that the patient has a certain disease. Sometimes, with a test of scrutiny, it goes from a probability of 1/1000 to 1/20, constituting a great diagnostic advance, reducing the uncertainty spectacularly; However, the tragedy is that most doctors believe that the probability changed from 0.1% (1/1000) to more than 90%, which is outrageously wrong. Iatrogeny arises from the error in answering the question: "given that the test is positive, what is the probability that the patient has the disease?" In other cases, tragedy is to apply a test to an individual belonging to a subpopulation for which it was not designed. In addition, it is evident that the fascination for the sensitivity avoids the application of less sensitive methods in populations that are abandoned; It is not a matter of making better tests than those that the State does to the patients it attends, but of making less accurate tests for the patients that the State does not attend.

### Palabras clave

Errores médicos  
Enfermedad iatrogénica  
Sensibilidad y especificidad  
Técnicas y procedimientos diagnósticos

### Keywords

Medical errors  
Iatrogenic disease  
Sensitivity and specificity  
Diagnostic techniques and procedures

<sup>a</sup>División de Ciencias de la Salud, Biotecnológicas y Ambientales, Universidad Abierta y a Distancia de México, Ciudad de México, México

<sup>b</sup>Facultad de Medicina "Dn. Santiago Ramón y Cajal", Universidad Westhill, Ciudad de México, México

<sup>c</sup>T.H Chan School of Public Health, Harvard University, Boston, Massachusetts, EUA

Comunicación con: Pedro Lamothe

Teléfono: 5568 8918

Correo electrónico: plamothe@lamothe.com

*Primum non nocere. In dubiis, absteine.*

El concepto bayesiano es complejo y contrario a la intuición, pero es fundamental en la práctica de la medicina y en el desarrollo biotecnológico. La conspiración bayesiana constituye la tendencia a la eliminación de gran parte de la iatrogenia y de otras graves consecuencias de la conducta humana.<sup>1,2</sup>

Pretendemos que la tragedia de desconocer el concepto bayesiano le resulte clara al lector y que adquiera las herramientas para reconocer su significado, así como su utilización; pero, especialmente, que visualice las graves consecuencias de ignorarlo.<sup>2</sup>

El material aquí contenido seguramente confronta las ideas y las costumbres de la cultura médica, y así, puede dar la impresión de que es una opinión o un tema polémico o controversial, no obstante, constituye la aplicación de la ciencia y de la matemática<sup>3,4,5,6,7</sup> a los problemas de salud, a la educación médica y al desarrollo biotecnológico.

Los autores nos hacemos sabedores de que la aspiración de la Revista Médica del IMSS es constituirse en la publicación científica de temas de difusión general con mayor alcance en México, tanto por su impacto en el ámbito editorial específico como por su influencia en la práctica de los profesionales dedicados a brindar servicios de salud, principalmente en el primer y segundo nivel de atención.

No se mantiene una postura axiológica de parte de los autores, pues si al lector le parece que las implicaciones son terribles o incómodas, “horribile dictu”, los autores estamos de acuerdo; sin embargo, por medio del reconocimiento de lo horrible no se refuta nada. Además, lo presentamos en estricto apego a la responsabilidad ética de los escritores médicos, claramente formulada por el doctor Alberto Lifshitz, editor emérito de esta misma revista.<sup>8</sup>

En general, los médicos entienden la negligencia y la iatrogenia; la primera la atribuyen a falta de atención y descuido, y la segunda, a la realización de procedimientos diagnósticos o tratamientos que dañan la salud del paciente. Así hemos sido educados, creyendo que se trata de errores médicos por hacer o por dejar de hacer.

Casi todos los médicos creen que entienden la causa de la iatrogenia y de la negligencia. Los médicos que así creen se encuentran en un error grave, aunque es comprensible, pues la probabilidad condicional en general y en especial el teorema de Bayes son contrarios a la intuición, por lo que casi todo mundo yerra las primeras veces que lo encuentra.

El método socrático, debemos recordarlo, está compuesto de dos partes: la primera es destructiva, refutativa y confrontatoria de las falsas creencias pero, no obstante, necesaria, que característicamente está

representada por la ironía, que consiste en refutar y evidenciar el error del pretendido sabio, quien está seguro de su creencia y pretende adoctrinar a los que en él confían, a la que se le denomina eléntica (elenchos, objeción). La segunda parte es creadora y positiva y es el arte de lo que hoy corresponde a la inferencia estadística y es llamada heurística o mayeútica.<sup>9</sup>

Cuando se tienen ideas preconcebidas que impiden el análisis, se recurre convenientemente a la eléntica como método, y este es el proceder que en gran parte utilizamos aquí.<sup>9</sup> Este enfoque eléntico va dirigido a quienes estigmatizan y adoctrinan a aquellos que genuinamente desean adquirir el conocimiento. Por otro lado, para estos últimos ofrecemos aquí nuestra empatía por compartir la oportunidad de entender el peligro de creer lo que estos pretendidos sabios pregonan y que da origen a la tragedia bayesiana.

Podemos escenificar un hipotético ejemplo de la tragedia bayesiana:

“¡Lo siento, tiene usted cáncer de mama!” Con expresión de consternación y compasión, da el médico este diagnóstico a una mujer de 40 años, sin datos clínicos anormales, a la que se le realizó un procedimiento de tamiz, diseñado para la subpoblación de su edad. La sensibilidad de la prueba es de 99%, la especificidad de la prueba es de 98% y la prevalencia de la enfermedad es 1 de cada 1000 mujeres, en la subpoblación a la que pertenece la paciente. Suponiendo que el escenario es cierto, ¿qué probabilidad le asignaría el lector a que la paciente tenga cáncer de mama?<sup>2</sup>

Para tranquilidad de muchos, podemos mencionar que la inmensa mayoría de los médicos asignan una probabilidad de alrededor de 95%;<sup>2</sup> lo cual también les sucede a los jueces en las condenas de los acusados de delitos.

En un estudio, ya clásico, se les preguntó a 20 residentes, a 20 estudiantes del último año de medicina y a 20 médicos especialistas, seleccionados a partir de encuentros en pasillos de cuatro hospitales de enseñanza de la Escuela de Medicina de Harvard. La mayoría de los médicos dan la misma respuesta incorrecta en este problema, usualmente, solo alrededor de 15% la contestan correctamente.<sup>10</sup>

Si el lector sigue cuidadosamente el proceso, con una calculadora a la mano y hace las anotaciones apropiadas respectivas, podrá seguir cada paso de este tema inherentemente complejo. Antes de renunciar a comprender este concepto, sugerimos enfáticamente revisar las lecciones sobre Teorema de Bayes en nuestro canal de Principia Pedagógica, Eléntica, Heurística.<sup>11,12,13,14</sup>

La sensibilidad de una prueba es la capacidad para dar un valor positivo a un paciente que tiene una enfermedad dada; por otro lado, la especificidad de una prueba es la capacidad para dar un valor negativo a un paciente que no tiene una enfermedad dada.

Como una de cada 1000 pacientes en esta subpoblación de mujeres (de 40 años, sin datos clínicos anormales) tiene cáncer; si escogemos al azar a 100 000 pacientes, alrededor de 100 tendrán cáncer.

Dado que la prueba tiene sensibilidad de 99%, diagnóstica correctamente a 99 de cada 100 pacientes que tienen cáncer; si sometemos a estas 100 000 pacientes a la prueba, solo 99 ( $100 \times 0.99$ ) de las 100 que tienen cáncer serán diagnosticadas correctamente como positivas, que son los casos llamados verdaderos positivos. La paciente a la que le resultó negativa la prueba (100-99), pero que en realidad tiene cáncer, constituye un falso negativo.

De las 100 000 pacientes que se sometieron a la prueba, 99 900 ( $100\,000 - 100$ ) no tienen cáncer, de las cuales, ya que la especificidad es 98%, a solo el 98% les va a resultar negativa la prueba, es decir, 97 902 ( $99\,900 \times 0.98$ ) son los verdaderos negativos; las 1998 ( $99\,900 - 97\,902$ ) pacientes restantes que no tienen cáncer son los falsos positivos; es decir el 2% de las pacientes sanas, puesto que la prueba diagnóstica correctamente al 98% de las pacientes sanas, lo que significa que yerra en ese 2%, dándolas falsamente positivas ( $99\,900 \times 0.02$ ).

Para saber qué tan exacta es la prueba, se recurre al quebrado aritmético de la suma de los verdaderos positivos sumados con los verdaderos negativos, y este resultado se divide entre el total de pacientes que se hicieron la prueba. Lo que corresponde a 99 de los verdaderos positivos más 97 902 de los verdaderos negativos, todo entre 100 000 pacientes; es decir, la exactitud de la prueba es de 98% ( $(99 + 97\,902) / 100\,000$ ), lo que no debe confundirse con la probabilidad de que la paciente tenga cáncer.

El conjunto de todos los positivos está constituido por los verdaderos positivos que son 99, más los falsos positivos que son 1998, en total 2097. Es importantísimo

notar que en este caso el número de falsos positivos es muchísimo mayor que el de los verdaderos positivos.

La probabilidad de que una paciente tenga cáncer, dado que la prueba resultó positiva, es el denominado valor predictivo positivo; es decir, los verdaderos positivos que son 99 divididos entre todos los positivos que son 2097, lo que equivale 4.72% ( $99/2097$ ).

Esto significa que en el caso aquí analizado, la probabilidad de que una paciente tenga cáncer, dado que la prueba resultó positiva, es menos del 5%; o sea, que si esta prueba resulta positiva, lo más probable (95%) es que no tenga cáncer a pesar de que la intuición puede equivocadamente llevarnos a la creencia de aproximadamente 90% de probabilidad de que tenga cáncer.

El conjunto de todos los negativos está constituido por los verdaderos negativos que son 97 902 sumados con los falsos negativos que es solamente 1, lo que da un total de 97 903.

Los verdaderos negativos que son 97 902 divididos entre todos los negativos, que son 97 903, equivale a 99.99%. La probabilidad de que una paciente no tenga cáncer dado que la prueba resultó negativa constituye el valor predictivo negativo. Esto significa que si la prueba resultó negativa, la paciente tiene 99.99% de probabilidad de que en verdad no tenga cáncer. Esto deja claro que es prácticamente imposible que en este caso una paciente negativa tenga cáncer; así, una gran utilidad de las pruebas de tamiz, está en su valor predictivo negativo, es decir, que la probabilidad de que un paciente no tenga la enfermedad dada una prueba negativa, es muy alta.

Se requiere de una prueba muy específica, que dé una alta probabilidad de no tener la enfermedad, dado que la prueba sea negativa, como es el caso de este ejemplo. Así, esta es una ventaja importantísima de la prueba y, aunque muchos médicos lo saben, es fundamental poder calcularla y no confundir la sensibilidad

**Cuadro I**

	Cáncer	No cáncer	Total	
Resultado positivo	Verdaderos positivos 99	Falsos positivos 1998	Positivos: 2097	Valor predictivo positivo: Verdaderos positivos / Total de positivos  $99 / 2097 = 4.72\%$
Resultado negativo	Falsos negativos 1	Verdaderos negativos 97 902	Negativos: 97 903	Valor predictivo negativo: Verdaderos negativos / Total de negativos  $97\,902 / 97\,903 = 99.99\%$
Total	100	99 900	Pacientes: 100 000	
Exactitud: (Verdaderos positivos + Verdaderos negativos) / Total de pacientes = 98%				

con la especificidad. No debemos conformarnos con que únicamente muchos médicos lo sepan, pues debemos impulsar a que sea de conocimiento universal para ellos, así como para jueces y biotecnólogos (cuadro I)

En este caso, se pasa de una probabilidad de uno en mil a una probabilidad de cincuenta en mil; es decir, las pacientes positivas tienen 50 veces más riesgo que la subpoblación no tamizada, lo cual constituye un avance diagnóstico espectacular, con una reducción de la incertidumbre importantísima. La tragedia consiste en que la mayoría de los médicos creen que la probabilidad cambió de 0.1% a más del 90%, que es una conclusión escandalosamente errada, independientemente de los siguientes pasos diagnósticos.

Además, por cada mil pacientes tamizadas habrá aproximadamente 19 falsas positivas y solamente una verdadera positiva. Las pacientes que resultan negativas pasan de una probabilidad a priori de uno en mil a uno en cien mil.

El reconocido valor de la prueba no es el tema de la tragedia, pues esta nace del error del médico al contestar a la pregunta: "Dado que la prueba es positiva, ¿cuál es la probabilidad de que la paciente tenga la enfermedad?"

Todos hemos escuchado la expresión de boca del médico y a veces de nuestra propia boca: "Los resultados no me checan, necesito que se los repita en un laboratorio confiable".

La descripción de las enfermedades se hace estableciendo el porcentaje de los pacientes que tienen la enfermedad y que tienen determinados signos, síntomas, hallazgos de laboratorio, etcétera, como se expone en el Current Medical Diagnosis and Treatment 2016, ya en su quincuagésima quinta edición;<sup>15</sup> sin embargo, en la realidad de la práctica médica, el clínico se encuentra con un paciente que tiene síntomas, signos, hallazgos de laboratorio y gabinete, y debe preguntarse sobre la probabilidad de que el paciente tenga la enfermedad que el médico supone. Para contestar a esto se requiere siempre del teorema de Bayes, y así evitar el riesgo de iatrogenia cuando se ignora la probabilidad condicional; millones de pacientes pueden ser salvados simplemente por la estadística bayesiana. Así, podemos evidenciar la existencia de la iatrogenia estadística, ocasionada por los resultados falsos positivos erróneamente interpretados como enfermos.<sup>2</sup>

Tal vez el lector se convenza de que es necesaria la incorporación obligatoria del análisis bayesiano a todo programa de salud. La ignorancia bayesiana enferma y mata, confunde la calidad, con el sueño de aumentar la sensibilidad de las pruebas, como si fuese la sensibilidad un objetivo en sí mismo y así la calidad se vuelve un enemigo mortal.

Cada día que pasa sin implementarse el teorema de Bayes al proceder clínico, sufren y mueren miles de

personas sanas en las inmediaciones de los lectores de este artículo.

Aún los mejores cursos para educación médica, como son los de Kaplan, caen en este grave error y, a veces, a mayor profundidad, como puede observarse en un caso planteado en el curso de Epidemiología en pruebas de tamiz con un caso con datos hipotéticos en los términos siguientes:

Un hombre de 55 años visita a su médico por un cambio en la frecuencia urinaria. En el examen se encontró un nódulo de un centímetro de diámetro en la glándula prostática. El médico ordenó una prueba en suero de antígeno prostático específico. Por convención, un nivel de antígeno prostático específico mayor a 4 ng/mL es considerado anormal. Usando este estándar, esta prueba tiene 80% de sensibilidad y 90% de especificidad. Supóngase que un artículo epidemiológico publicado recientemente encontró que, en un estudio transversal, el 10% de los hombres en este grupo de edad y sin datos clínicos anormales tiene cáncer de próstata. El resultado del antígeno prostático específico de este paciente es de 7 ng/mL. ¿Cuál es el mejor estimado de la probabilidad de que este paciente en realidad tenga cáncer de próstata?

Para el análisis detallado de este tipo de problemas en particular, nos parece sumamente importante insistir al lector en la conveniencia de recurrir a nuestro canal de Principia Pedagógica, Eléctica, Heurística,<sup>11,12,13,14</sup> en vez de recurrir a pretendidos expertos que no sean capaces de hacer el cálculo y, mucho menos, de derivar el teorema de Bayes.

La prevalencia para una subpoblación de hombres (de 55 años, sin datos clínicos anormales) de tener cáncer de próstata es de 10%, es decir, uno de cada 10 pacientes de esta subpoblación tiene cáncer de próstata. Entonces, alrededor de 10 000 de 100 000 pacientes escogidos al azar de esta subpoblación tendrán cáncer.

La sensibilidad de la prueba es de 80%, por lo que de cada 100 pacientes con cáncer solo a 80 se les diagnostica correctamente como positivos. Si ahora, a esos 100 000 pacientes les hacemos la prueba, solo al 80% de los 10 000 pacientes que tienen cáncer la prueba les va a resultar correctamente positiva, es decir, los verdaderos positivos son 8000 ( $10\,000 \times 0.8$ ) y los otros 2000 ( $10\,000 - 8000$ ) pacientes son falsos negativos, porque teniendo cáncer la prueba les resultó negativa.

La especificidad de la prueba es de 90%, o sea, de cada 100 pacientes sin cáncer, 90 los diagnostica correctamente como negativos. Entonces de los 90 000 ( $100\,000 - 10\,000$ ) pacientes que no tienen cáncer, a solo el 90% les va a resultar negativa la prueba, es decir, los verdaderos negativos son 81 000 ( $90\,000 \times 0.9$ ), dejando a 9000 ( $90\,000 - 81\,000$ ) pacientes que

no tienen cáncer con un resultado positivo, lo que significa que el 10% de los pacientes que no tienen cáncer son falsos positivos.

La exactitud de esta prueba es el resultado del quebrado aritmético de la suma de los verdaderos positivos más los verdaderos negativos, y la suma dividida entre el total de pacientes que se hicieron la prueba. Lo que corresponde a 8000 de los verdaderos positivos sumados con 81 000 de los verdaderos negativos, todo entre 100 000 pacientes, lo que equivale a 89%. Es frecuente que aquí el pretendido experto confunda a la sensibilidad con la exactitud o, peor aun, con la especificidad.

El conjunto de todos los positivos está constituido por los verdaderos positivos que son 8000 más los falsos positivos que son 9000, en total 17 000.

La probabilidad de que un paciente tenga cáncer, dado que la prueba resultó positiva, es el denominado valor predictivo positivo; es decir, los verdaderos positivos que son 8000 divididos entre todos los positivos, que son 17 000, lo que equivale 47.1%.

Esto significa que en el caso aquí analizado, la probabilidad de que un paciente tenga cáncer, dado que la prueba resultó positiva, es menos del 50%, o sea que si esta prueba resulta positiva, lo más probable (53%) es que no tenga cáncer. Y esta es la respuesta a la que el expositor llega; sin embargo, como sucede frecuentemente a los pretendidos expertos, es incorrecta, como se explica más adelante.

El conjunto de todos los negativos está constituido por los verdaderos negativos que son 81 000 sumados con los falsos negativos que son 2000, lo que da un total de 83 000.

Los verdaderos negativos, que son 81 000, divididos entre todos los negativos, que son 83 000, equivalen a 97.6%. La probabilidad de que un paciente no tenga cáncer, dado que la prueba resultó negativa, constituye el valor predictivo negativo. Esto significa que si la prueba resultó negativa, el paciente tiene 97.6% de probabilidad de que en verdad no tenga cáncer (cuadro II).

La conclusión a la que llega el expositor es incorrecta, pero no por error matemático, sino porque el paciente no se descubrió como parte de un proceso de aplicación de tamiz, sino que el paciente fue a consulta con un cuadro clínico florido. La determinación de la sensibilidad y de la especificidad se realizó en personas que no tenían manifestaciones de la enfermedad y no en aquellos que llegan a consulta con un nódulo en la próstata. A este fenómeno se le llama error categórico. El paciente no pertenece a la subpoblación sin manifestaciones, por lo tanto el expositor subestima la probabilidad diagnóstica.

Usamos este ejemplo para evidenciar un mal uso del teorema de Bayes en el que frecuentemente se incurre.

El problema en este ejemplo reside en adjudicar a una prueba de tamiz (escrutinio) una cualidad para la que no está diseñada: las pruebas de tamiz se hacen en subpoblaciones con características demográficas y epidemiológicas específicas, y se aplican antes de considerar la existencia de datos clínicos, y cada nuevo dato cambia la probabilidad condicional.

Así, la probabilidad de que al tirar dos dados la suma resulte “doce” es de 1/36, pero si ya sabemos lo que aparece en uno de los dados la probabilidad cambia; por ejemplo, si sabemos que uno de los dados cayó en “seis”, entonces la probabilidad de “suma doce” es de 1/6. Por otro lado si descubrimos que uno de los dados cayó en “tres”, entonces la probabilidad de sumar “doce” es de cero. De la misma manera, la probabilidad de cáncer de próstata en el ejemplo no es la prevalencia sino la de la prevalencia dado que el paciente tiene una masa en la próstata.

En el caso de este paciente, que acude a consulta con una masa prostática y a quien se le pide una prueba de tamiz, el comportamiento trágico del médico consiste en aplicar una prueba a un individuo que pertenece a una subpoblación para la que esta no fue diseñada, pues es aplicable exclusivamente para aquellos sin datos clínicos. El ejemplo fue tomado de

**Cuadro II**

	Cáncer	No cáncer	Total	
Resultado positivo	Verdaderos positivos 8000	Falsos positivos 9000	Positivos: 17 000	Valor predictivo positivo: Verdaderos positivos / Total de positivos 8000 / 17 000 = 47.1%
Resultado negativo	Falsos negativos 2000	Verdaderos negativos 81 000	Negativos: 83 000	Valor predictivo negativo: Verdaderos negativos / Total de negativos 81 000 / 83 000 = 97.6%
Total	10 000	90 000	Pacientes: 100 000	

Exactitud: (Verdaderos positivos + Verdaderos negativos) / Total de pacientes = 89%



una lección de Kaplan, que es el principal educador en el mundo para los aspirantes al USMLE. El instructor de Kaplan yerra, porque calcula el riesgo como si se tratase de un paciente sin manifestaciones clínicas. Esto corresponde a probabilidad condicional y es análogo a estimar la probabilidad de que en un vuelo, un determinado pasajero se muera. En este caso, la probabilidad es bajísima, despreciablemente baja; sin embargo, esta probabilidad cambia si en el avión en cuestión hay un terrorista con una bomba en la mano.

La creencia de que nosotros hacemos aquí una interpretación excesiva de las implicaciones del teorema de Bayes, en buena medida porque no hacemos referencia a las obras que pudieran permitir dar una opinión más centrada y que así se fundamente en el verdadero quehacer de los médicos, puede llevar a algún lector a sugerirnos que se consulten obras de epidemiología clínica. La epidemiología no convalida al teorema de Bayes. Existe un error de principio, pues la ciencia ha sido un instrumento para dominar a la naturaleza y ponerla al servicio del hombre. Pero de que el conocimiento científico pueda traducirse en algo conveniente no se puede concluir que el criterio de la verdad quede determinado por lo que conviene a los satisfactores o creencias del hombre. De hecho, es preciso invertir el argumento; es decir, determinar si es posible utilizar la ciencia para fines humanos, ya que ella es un modelo en creciente aproximación a la realidad. La validez de la ciencia radica en la objetividad, no en su mayor grado de aplicabilidad para la acción. La fundamentación utilitarista de la ciencia diagnóstica incurre en el error lógico llamado *hysteron proteron*, que consiste en transmutar el orden de la derivación de los conocimientos. La ciencia es útil por su aproximación creciente a la realidad. La verdad de la ciencia no depende de que sea sujeta a utilidad. Este error es muy común en Biología, como cuando decimos que tenemos ojos para ver, cuando la realidad es que debido a que tenemos ojos es que vemos. Creer lo primero es incurrir, como ya se dijo en *hysteron proteron*.

La extendida convicción de que las pruebas de tamiz (escrutinio) no hacen diagnóstico y que solo aumentan la probabilidad de la enfermedad, que deberá verificarse con una prueba confirmatoria, constituye una creencia falsa, no por ser un defecto metodológico, sino porque es anticientífica.

Esta manera de proceder, vistiendo con el ropaje matemático y atribuyendo la condición de hipótesis a lo que no son más que hipótesis, queda ejemplificada en la tragedia bayesiana.

Adicionalmente, el error de buscar la evidencia confirmatoria en lugar de la evidencia refutativa es, como lo demostró Popper, contrario al proceder científico.<sup>16</sup>

Estrictamente, los resultados de una prueba de tamiz dividen a la población en estudio, en la que todos los sujetos tienen la misma probabilidad de tener una enfermedad, en dos subpoblaciones, cada una con una probabilidad distinta de tener la enfermedad, dado que hayan resultado positivos o negativos en la prueba.

La probabilidad a priori, sin conocimiento de los datos clínicos, es la prevalencia y cambia dependiendo de si la prueba es positiva o negativa.

En el caso de cáncer de mama ya descrito, la probabilidad de tener cáncer, dado que la prueba resultó positiva, es de 4.7%, mientras que la probabilidad de no tener cáncer, dado que la prueba resultó negativa, es de 99.99%. Es esta la virtud de la prueba al dividir a una población en dos subpoblaciones con una diferencia gigante de probabilidad de tener la enfermedad. Así, las pacientes que obtienen un resultado positivo requieren pruebas adicionales, pero no para confirmar, sino para refutar la posibilidad de la enfermedad. No se trata de buscar las pruebas que nos confirmen nuestra suposición diagnóstica, sino aquellas pruebas que sean capaces de refutarnos. En contraste, las pacientes con resultado negativo han pasado de un riesgo de uno en mil a ser uno en 100 000. En términos coloquiales, podemos decirle a la paciente que tiene resultado positivo, que una de cada 20 pacientes como ella tiene cáncer y, que las otras 19 no lo tienen, lo cual, además de ser cierto evita que la paciente y, frecuentemente su médico, crean que tiene cáncer. Resulta también de gran valor para la paciente con resultado negativo que ahora tiene un centésimo de riesgo de lo que tiene la subpoblación a la que pertenece; esto es equivalente a decir que si el estadio Azteca estuviese lleno con pacientes en la condición de ella, solamente una tendría cáncer.

Para apelar a la intuición, una analogía viene al caso: cuando un fiscal quiere una prueba en relación a la culpabilidad del acusado, tiene que obtener el testimonio de la madre del acusado y que esta lo inculpe, pues, alternativamente, la confesión de la madre de la víctima, aunque sea concordante con que el acusado es el criminal, no vale lo mismo, pues si hasta la madre del acusado lo considera culpable...

Por otro lado, si el testimonio de la madre de la víctima da evidencia de la inocencia del acusado, esto tiene un valor extremo en dirección de la inocencia. Así el médico tiene que realizar una prueba encaminada a refutar su hipótesis y no a confirmarla. Este es el proceder de la investigación científica.

En cuanto a la terminología utilizada debemos decir, a modo de ejemplo, que cuando un médico da el diagnóstico de una distonía neurovegetativa de etiología criptogenética, constituye una *cultalatiniparla* con un cierto tono pedante y afectado, un poco descalificador, con muchos términos “cultistas” que podrían

decirse de manera más comprensible, pues lo único que está diciendo es que el paciente se ve mal y que no sabe qué tiene. Por otro lado, cuando un médico dice que el paciente tiene enfermedad de Lesch-Nyhan, en realidad, lo que está diciendo es que el paciente tiene una deficiencia de hipoxantina-guanina-fosforribosil-transferasa y eso sí es mucho más complicado de lo que suena. El paciente incontrolablemente se come sus propios labios y dedos.

El lector no necesita ir muy lejos para enterarse de la trascendencia del teorema de Bayes, que no fue tomado de un resumen que los autores pudiésemos haber consultado en la sección de salud del New York Times o de cualquier otra de las fuentes predilectas de la barbarie ilustrada. El teorema de Bayes tiene tal impacto que está reconocido como fundamental en el diagnóstico clínico en el primer capítulo de la decimonovena edición del Harrison's Principles of Internal Medicine, capítulo que, además, está escrito por los editores.<sup>1</sup> Nos parece que el lector comparte la convicción de que ningún putativo sabio galeno, en su sano juicio, podría atreverse a calificar la fuente o pretender enmendarles la plana, argumentando que pudiese ser correcto, pero insuficiente.

En la actualidad, de acuerdo con la misma decimonovena edición del Harrison's Principles of Internal Medicine, en su tercer capítulo: Decision-Making in Clinical Medicine, se reconoce que desafortunadamente no existen pruebas diagnósticas perfectas. Después de que cada prueba es realizada, el estado verdadero de enfermedad del paciente permanece incierto. La cuantificación de la incertidumbre residual se realiza utilizando el teorema de Bayes, que provee una forma simple de calcular la probabilidad de una enfermedad después de obtener el resultado y esto lo hace a partir de tres parámetros, la prevalencia de la enfermedad en la subpoblación a la que el paciente pertenece, la sensibilidad y la especificidad de la prueba misma.<sup>17</sup> Debe quedar claro que se está cuantificando la incertidumbre, calculando la probabilidad de tener la enfermedad, dado cada nuevo resultado y que de ninguna manera se puede llegar al estado de certidumbre absoluto.

La toma de decisiones por los médicos tiene que estar basada en evidencia, de tal manera que los pacientes deriven el máximo beneficio a partir del conocimiento científico disponible. La formulación de diagnósticos diferenciales requiere, no solamente, de una amplia base de conocimientos, sino, también, de la habilidad para determinar las probabilidades relativas de cada enfermedad<sup>17</sup> y de la actualización bayesiana después de la aparición de cada dato.

Varias herramientas cuantitativas son esenciales para sintetizar la información disponible, incluyendo pruebas diagnósticas y el teorema de Bayes.<sup>1</sup>

Las pruebas diagnósticas, desde una biometría hemática hasta un estudio de la más alta sofisticación tecnológica como la tomografía de emisión de positrones sincronizada (GATED-PET),<sup>18</sup> sirven para reducir la incertidumbre relativa al diagnóstico o pronóstico y para ayudar al médico a decidir el más probable diagnóstico. La exactitud de una prueba particular se obtiene por medio de la sensibilidad (tasa de verdaderos positivos) y la especificidad (tasa de verdaderos negativos), así como del valor predictivo de un resultado positivo y de un negativo. El teorema de Bayes utiliza información sobre la sensibilidad y especificidad de la prueba en conjunto con la probabilidad a priori de un diagnóstico, que está representada por la prevalencia en la subpoblación en estudio para determinar matemáticamente la probabilidad, posterior a la prueba, de que el paciente tenga la enfermedad en cuestión.<sup>17</sup>

Este es probablemente el concepto más importante que deben tener los médicos y los revisores de las publicaciones médicas, pues su desconocimiento constituye una tragedia en educación y en la aplicación de la clínica, así como en el desarrollo biotecnológico.<sup>2</sup>

Además, en México, la Constitución Política establece en su Artículo tercero II: "El criterio que orientará a esa educación se basará en los resultados del progreso científico, luchará contra la ignorancia y sus efectos, las servidumbres, los fanatismos y los prejuicios."<sup>19</sup>

Más allá de las consideraciones epistemológicas trágicas, el consentimiento o autorización informada de los pacientes, carece de sentido cuando no es producto de la aplicación del teorema de Bayes y esto tiene, cada vez más, implicaciones jurídicas, tanto civiles como penales que deben de tener aterrada a la parte del mundo médico que desconsidere estos conceptos fundamentales.

El descubrimiento de la holoenzima de DNA polimerasa por Lamothe et al. constituye el fundamento de la reacción en cadena de polimerasa, a la que la barbarie ilustrada se refiere como la prueba del ADN que, además, abrió las puertas al Proyecto Genoma, pues esta es la enzima que se utilizó para la secuenciación de tres mil millones de pares de bases del genoma humano.<sup>20,21</sup>

Un fenómeno, que es consecuencia de la secuenciación de genomas por los biotecnólogos y que aumenta el nivel de complejidad, está constituido por la llegada a la era de las ómicas: Genómica, epigenómica, proteómica, microbiómica, metagenómica, metabolómica, exposómica.<sup>1,21</sup>

Toda la biotecnología diagnóstica y terapéutica se realiza alrededor de la práctica médica y esta, está determinada por las creencias prevalentes de los médi-

cos y de los pacientes. La razón es muy clara, cuando la industria que desarrolla productos biotecnológicos no tiene como objetivo curar a los pacientes, ni educar a los médicos, sino maximizar su utilidad o, por otro lado, cuando el gobierno responde a la implementación de investigación y desarrollo biotecnológico de acuerdo con lo que considera que tendrá mayor impacto político, es decir cuando crea una biotecnología oclócrata.

El desarrollo de la biotecnología está determinado por la demanda de los médicos y de los pacientes que se enfoca en aumentar la sensibilidad de las pruebas diagnósticas, aumentando los resultados falsos positivos y los costos sociales, emocionales y económicos asociados a este fenómeno. Todo esto como resultado de confundir la sensibilidad con la especificidad.

Estos efectos se infieren hasta de los propios planes educativos de nuestras universidades. Como ejemplo podemos observar en la UnADM que enfoca al ingeniero biotecnólogo egresado en los siguientes términos:

“El egresado de la Ingeniería en Biotecnología será un profesional que posea un conocimiento integrador de aspectos tecnológicos y científicos que permitan el manejo y desarrollo de bioprocesos que utilizan células y microorganismos para la elaboración de productos de interés industrial, así como la utilización de herramientas moleculares (genética, genómica, proteómica) identificando potenciales de aplicación y desarrollo.

Al término de sus estudios, el egresado tendrá una formación suficiente para:

Evaluar las características de los productos biotecnológicos mediante técnicas de análisis, de acuerdo a las normas nacionales e internacionales; evaluar organismos mejorados por biotecnología para su aplicación en un proceso de generación de bienes o servicios dentro de un contexto de bioseguridad; Preparar materia prima a través de bioprocesos de acuerdo a procedimientos y protocolos establecidos; Evaluar mecanismos moleculares y celulares responsables de las transformaciones que llevan a cabo los seres vivos para determinar su posible aplicación frente a problemáticas actuales; Incorporar conocimientos de genética, genómica y proteómica para el desarrollo y uso de herramientas informáticas dentro de la investigación en biología molecular.”

Llamar al experto en estadística cuando el estudio ya está hecho es absurdo, pues es demasiado tarde; de la misma manera, llamar al biotecnólogo para que realice lo que el médico cree necesitar es desperdiciar los inmensos recursos que tiene la biotecnología. Pedir al biotecnólogo que desarrolle una prueba diagnóstica con determinada sensibilidad, sin atender a la especificidad o que produzca un fármaco con ingeniería genética, sin la aplicación del teorema de Bayes a los problemas, es proceder como los adores de artificios.<sup>22</sup>

## Consideraciones vinculadas con la biotecnología

Es fácil evidenciar la importancia del teorema de Bayes en relación a parámetros anormales en el laboratorio, en su aplicación a grandes poblaciones.

Podemos considerar un caso típico del proceder clínico:

¿Cuál es la probabilidad de que una persona sana obtenga cuando menos un parámetro anormal, si se realiza una química sanguínea de 24 elementos, una biometría hemática de 16 parámetros, un perfil de lípidos de 8 elementos, y un examen general de orina de 10 elementos?

Si la probabilidad de que un parámetro salga normal es 95%, entonces, la probabilidad de que uno de los parámetros resulte anormal es de  $1 - 0.95$ , es decir, 5% y la probabilidad de que en  $n$  resultados, cuando menos uno resulte anormal, es uno menos la probabilidad de que todos los parámetros salgan normales, o sea, uno menos el producto de la probabilidad de que un parámetro salga normal, multiplicado por la probabilidad de que otro parámetro salga normal, multiplicado por la probabilidad de que otro parámetro salga normal; es decir uno menos la probabilidad de que un parámetro salga normal elevado a la potencia  $n$ :

$$1 - (95/100)(95/100)(95/100) \dots = 1 - (95/100)^n$$

Por lo que en este caso, la probabilidad de encontrar cuando menos un resultado anormal en un paciente sano es de:

$$1 - (95/100)^{58} = 1 - 0.05105 = 0.949 = 94.9\%$$

Pretendemos evidenciar que el Teorema Matemático de Bayes predice que el número de falsos positivos, es decir el número de pacientes sanos con resultado positivo, en general por efecto apofénico y en especial por pareidolia, es función de la recíproca de la prevalencia de cada enfermedad.<sup>23,24</sup>

Lo anterior es, en parte, consecuencia de la forma en que se procede a las diversas instancias, en donde cada instancia verifica el resultado de la anterior. Cada instancia debe de tener procedimientos totalmente distintos, que en estricta lógica deberían de concordar. En ciencia a esto se llama consiliencia. Idealmente, los resultados obtenidos con cualquier método deben demostrar la existencia de lo mismo que los demás. Si un estudio radiográfico descubre un tumor, este debe ser, idealmente, consistente con los resultados obtenidos en ultrasonido, tomografía axial computada,



en tomografía de emisión de positrones, en resonancia magnética nuclear, en una biopsia, en un estudio endoscópico o laparoscópico, en diversos estudios bioquímicos, etcétera.

### Dos ejemplos simples de consiliencia:

El resultado de multiplicar dos números es igual al que se obtiene sacando sus logaritmos y sumándolos y al resultado sacarle el antilogaritmo.

#### Consiliencia logarítmica

El mismo resultado se obtiene si los números se convierten a otra base (2 en el ejemplo) y se multiplican y el resultado se convierte en la base original (10)

#### Consiliencia entre base 10 y base 2

$$198 \times 34 = 6732$$

$$\text{Logaritmo de } 198 = 2.2967$$

$$\text{Logaritmo de } 34 = 1.5315$$

$$\text{Suma de los logaritmos: } 3.8281$$

$$\text{Antilogaritmo de: } 3.8281 = 6732$$

$$198 \text{ en base dos: } 11000110.$$

$$34 \text{ en base dos: } 100010$$

$$11000110 \times 100010 = 1101001001100$$

$$\text{Convertir } 1101001001100 \text{ a base decimal: } 6732$$

Si la medicina consistiera en verificar si se realizó bien un estudio, seguiríamos en la brujería. Es esta la razón principal por la que la segunda opinión que los pacientes piden a otro médico no produce lo esperado.

Proponemos la incorporación obligatoria del análisis bayesiano a todo programa de salud. La ignorancia de la tragedia bayesiana enferma y mata, convierte la calidad en un objeto en sí mismo y así la calidad se vuelve un enemigo mortal.

Parece claro que cada día que pasa sin implementarse el teorema de Bayes al diagnóstico clínico, mueren miles de personas sanas en nuestro país. Lo que puede no enfrentarse es el hecho del efecto que tiene, cada vez que el lector atiende a un paciente sin aplicar el teorema de Bayes, ya que el desconsiderarlo es equivalente a estar suplicando provocar iatrogenia.

Pretendemos dejar clara la existencia de la iatrogenia estadística, ocasionada por los resultados falsos positivos y también que la medicina que funciona en enfermedades crónicas, permite que sobrevivan pacientes que, sin la medicina, habrían muerto, lo que significa que esta aumenta la prevalencia de la enfermedad en la población. En cierto sentido el incremento de la prevalencia puede ser una medida del éxito médico; sin embargo, esto es contrario a lo que

establece la Organización Mundial de la Salud en su definición.<sup>25</sup>

La Constitución de la Organización Mundial de la Salud en sus principios establece que:

La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. El goce del grado máximo de salud que se pueda lograr es uno de los derechos fundamentales de todo ser humano sin distinción de raza, religión, ideología política o condición económica o social.<sup>25</sup>

Esta definición de salud es contraria a lo que se logra en la práctica clínica, pues la atención exitosa de las enfermedades crónicas aumenta la prevalencia de las enfermedades, ya que, hace años, los pacientes afectados de estas enfermedades morían, mientras que hoy sobreviven gracias a los avances científicos y tecnológicos en la medicina y en la biotecnología. Así, irónicamente, podríamos decir que para la definición de la OMS, la medicina clínica no funciona porque si funcionara no funcionaría.

Es evidente que la medicina que funciona en enfermedades crónicas permite que sobrevivan pacientes que sin la medicina habrían muerto, lo que significa que esta aumenta la prevalencia de la enfermedad en la población.

Lo anterior no puede considerarse una falla del proceder médico. Así, un médico que trata a un paciente incurable y terminal, no falta a su obligación si no puede ayudarlo a sobrevivir y, sin embargo, le ayuda a no sufrir dolor.

Este conflicto dialéctico nace de la definición de la Organización Mundial de la Salud que, como frecuentemente sucede con las leyes aspiracionales que en realidad son oclócratas, desconsidera los efectos de lo que pretende inducir, por lo que es una definición que, para ser congruente con la medicina actual, debe ser modificada.

Como lo establecen los Artículos sexto y séptimo constitucionales,<sup>19</sup> toda persona tiene derecho a expresar sus creencias, pero no por eso tiene derecho a que sus creencias sean ciertas.

Exponemos, como ejemplo, un asunto documentado en nuestro grupo sobre la conclusión de un experto en mastografía ante una propuesta de un gabinete privado para realizar 100 mastografías diarias para un hospital de concentración del Estado de pacientes con cáncer. El propósito es exponer al lector a una circunstancia cotidiana, con trascendencia trágica y que, de hoy en adelante, esperamos que pueda identificarla y refutarla con el teorema de Bayes.

En correo electrónico la experta se dirige al director de la institución:

“Recibí los estudios de laboratorio y te comento que ambos son estudios de muy mala calidad: presentan graves problemas de revelado y mal posicionamiento; el médico radiólogo que interpreta estos estudios no cuenta con experiencia, ya que desconoce la aplicación correcta de B Rads y además interpreta estudios no valorables técnicamente.

Quisiera que me dijeras como se realizará la evaluación para estos gabinetes ya que entre otras cosas como básico yo solicitaría:

1. Permisos de Cofepris, quienes certifican que el Gabinete cuente con equipos adecuados, protección radiológica, garantía de calidad (mínima), manejo de interpretación de estudios, almacenaje, entre otros, y verificar que el médico radiólogo responsable del gabinete cuente con certificación de consejo de Radiología. Verificar el entrenamiento del personal técnico.
2. El médico radiólogo debe demostrar contar con experiencia y entrenamiento en área de imagen de mama.”

Hasta aquí el correo de la experta.

Consideramos que la supuesta experta que hace esta evaluación equivoca el objetivo. Existe un número gigante de pacientes que no se realizan ningún tipo de mastografía; es decir, que se les condena a cáncer de mama porque los servicios disponibles no son suficientemente buenos para realizar el procedimiento.

Parece que la persona que evalúa prefiere no tener mastografías, que realizarlas aunque no cumplan con los niveles de calidad. Si aplicamos el criterio de la doctora, no deberíamos permitir que las pacientes se hicieran autoexamen si estas no han demostrado haber aprobado cursos y exámenes que les permita estar calificadas.

A la doctora se le olvido mencionar que, más importante que lo que propone, es que los participantes, incluyéndola a ella, deben saber calcular la probabilidad de que un paciente positivo en la prueba realmente tenga la enfermedad.

A modo de ejemplo, si tenemos una patología que se presenta en una población con una prevalencia de uno en mil y, además, contamos con un procedimiento diagnóstico que cumple con lo propuesto por la doctora, no podemos esperar de esto que el procedimiento tenga más sensibilidad que 99% y más especificidad que 98%. Si así fueran las cosas, que no lo serían aún con los requerimientos de calidad propuestos, entonces tendríamos que preguntarnos: ¿Cuál es la probabilidad de que una paciente positiva en la prueba tenga en realidad cáncer de mama? La respuesta es que resulta menor al 5% de que tenga la enfermedad, como ya se ha calculado a detalle. La razón no está en los argumentos de la doctora, sino en el teorema matemático de Bayes.

El problema no es la falta de calidad en el estudio, sino que la sensibilidad, tiende a acompañarse de disminución en la especificidad. Por lo tanto, si queremos optimizar el diagnóstico temprano de cáncer de mama, debemos aumentar la especificidad y no la sensibilidad. Todo esto es contrario a lo que propone la doctora quien está en concordia con los fanáticos de la exactitud, que confunden a esta con la sensibilidad y que desconsideran la especificidad.

Hoy pudieron haberse hecho cien mastografías y cien más cada día, que no se harán debido a lo fundamentado por la doctora.

Es claro el riesgo de que en algunas pacientes con cáncer, entre esas cien diarias, podamos no hacer diagnóstico temprano, pero encontraríamos un alto porcentaje que pueden salvar su vida. Aun si el procedimiento del gabinete fuese la mitad de sensible que el exigido, eso significaría que diagnosticaríamos solamente a la mitad de la enfermas, que de otra manera no se diagnostican; sin embargo, también tendríamos la mitad de falsos positivos.

Existe la aberrante creencia que coloquialmente podríamos oír del pretendido experto con una argumentación con un cierto tono pedante y afectado, un poco descalificador, con muchos términos “cultistas”, como la siguiente: “Antes de aplicar conceptos bayesianos es necesario evaluar esa mastografía como un instrumento de medición; es decir, deben considerarse la variable (algunas características del cáncer son más fáciles o difíciles de evaluar o de ver), el instrumento de medición (algunos equipos son de mejor calidad que otros), el método con el que se usa esa variable (si una mala técnica y el desconocimiento del sistema BI-RADS afectan el resultado), el sujeto observado (es imposible ver las características del cáncer en una mama muy densa) y el observador (si no sabe qué debe ver, no lo verá). En la época de las colecistografías orales, una enferma que vomitaba las pastillas de contraste, daba resultados dudosos; es decir, la vesícula no se veía y no sabíamos si esto era por enfermedad o por defecto técnico (no se había absorbido el contraste desde el intestino y no era de esperarse que se concentrara en la vesícula). Lo mismo sucede cuando en un ultrasonido solo se observa gas de las asas intestinales distendidas por íleo”.

Esos pretendidos expertos deben saber que una prueba dada incluye todo el conjunto de algoritmos que se realizan por el personal humano, la máquina (equipo), el software, etc. y así queda definida. Cualquier otro procedimiento que no cumple con el criterio especificado no constituye la prueba, sino que es otra prueba con distintas características, por tanto con diferente sensibilidad y especificidad. La creencia de que una vez definida la prueba esta depende de las características constituye una incoherencia de deffineti.

Si lo observado no cumple con el criterio, el resultado es negativo, lo que no significa que el paciente no tenga cáncer, sino solamente que no se observó, por cualquiera que haya sido la razón para que esto sucediera, incluido el que no exista cáncer.

Resulta en una innecesaria complicación convertir una variable continua en una variable discreta, y luego convertir a esta en una variable booleana, lo que frecuentemente da lugar a la suposición de que las enfermedades son entidades discretas que o bien las posee el paciente o no. La mayoría de las enfermedades constituyen estados continuos que arbitrariamente han sido discretizados y luego convertidos en booleanos, lo que corresponde a tomar una postura maniqueísta, con la tendencia a reducir la realidad a una oposición dialéctica entre lo bueno y lo malo, entre la salud y la enfermedad.

Creemos que podemos dividir los textos de epidemiología en dos subconjuntos: aquellos que tratan el análisis bayesiano y que, por supuesto, describen lo dicho en este epítome en términos análogos y otros, que ignoran el análisis bayesiano en los que ni siquiera aparece en su índice alfabético. Algunos expertos parecen tener franca predilección por estos segundos, o por los primeros, desconsiderando los apartados que tratan de análisis bayesiano. Es a este pretendido grupo de expertos que nos esforzamos en ofrecerles la oportunidad de la élitica.

Uno no convalida la cinética enzimática en su libro de nutrición preferido, uno no convalida al teorema de Bayes en los libros de Epidemiología. No hay tal cosa como interpretar un teorema demostrado.

Como fue expresado por Laplace desde 1795, aunque la probabilidad es, en general contraria a la intuición, constituye parte esencial de la aplicación de la ciencia y de la matemática a los problemas de salud, a la educación médica y a los tribunales.<sup>22,26</sup>

Todo esto no sería tan grave si no estuviéramos condenando a varias pacientes semanales a morir debido a la exigencia metodológica basada en el adoctrinamiento médico hacia la mayor sensibilidad posible.

La comparación no es la calidad de nuestra prueba, la cual es diferente, contra la calidad exigida, sino nuestra prueba contra abandonar, sin oportunidad alguna, a las pacientes que el Estado no atiende. No se pretende competir contra la calidad de la atención que el Estado le da a los pacientes que atiende, sino contra la calidad que el Estado da a los pacientes que no atiende.

Para aclarar el concepto, las pacientes a las que no se les hace nada, es como si se les hiciera una prueba con cero por ciento de sensibilidad. Hay una subpoblación a la que debiéndosele tamizar no se le realiza la prueba porque el Estado no cuenta con los recursos para cubrir a todo este conjunto de individuos.

El Estado escoge tamizar a una pequeña parte con los equipos y personal mejor calificados del universo y abandona al resto que no recibe la prueba.

Para esta parte abandonada de la subpoblación, que no recibe la prueba, se propone escrutinio con otra prueba que tiene menos sensibilidad. No se está compitiendo contra la excelencia de la prueba que se aplica a una minoría privilegiada, sino contra la negligencia de una prueba que no se aplica.

Las opciones disponibles para esta parte de la subpoblación son la realización de una prueba de menor calidad, como se propuso, o dejarla en el abandono. Escoger lo segundo, con el argumento: “mejor no los hacemos que hacerlo de baja calidad” nos parece que merece un adjetivo que no necesitamos expresar.

En cuanto a la transición desde lo científico y axiológico a lo reglamentado, es importante considerar que en la jerarquía de lo reglamentado, por encima de certificaciones y leyes secundarias, está en México la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que en su Artículo cuarto<sup>19</sup> dice que toda persona tiene derecho a la protección de la salud. A este respecto, la ley no dice que el Ejecutivo pueda dejar de atender a persona alguna por motivo alguno, sea este justificado o no.

Cada día que pasa sin que la doctora responda se dejan de atender 100 pacientes. Nos parece que esto amerita atención inmediata por parte de los que se opongan a las propuestas de esta naturaleza.

Estos conceptos ya han sido cuestionados por nuestro grupo a los 11 ministros de la Suprema Corte de Justicia y al Honorable Congreso de la Unión y las respuestas al respecto han sido denunciadas por violaciones a los Derechos Humanos ante la Comisión Interamericana de los Derechos Humanos.

Estamos en espera de la respuesta de la Comisión Interamericana de los Derechos Humanos, para elevar este diálogo a una consulta ante los expertos de la Organización Mundial de la Salud.

Una de las principales causas de morbilidad en el mundo es la iatrogenia, que se dice de toda alteración del estado del paciente producida por el médico, los medicamentos recetados o los procedimientos diagnósticos y sus interpretaciones erróneas.

En este último caso no se está hablando de resultados equivocados, sino de interpretaciones erróneas, las cuales podemos dividir en aquellas de orden médico y las de naturaleza bayesiana.

El uso superfluo, vano o inútil que se le da al descubrimiento o al invento genuino, desde la imprenta, el radio, el teléfono, la televisión, el Internet, el ultrasonido, hasta la biotecnología o, en el futuro la clonación, con preferencias frívolas, son ejemplos de la adoración de artificios, de la idolatría a los artilugios, como lo es el valor que se le da a poseerlo, conside-

rándolo como un valor de desarrollo, poniendo en la misma canasta a la alimentación, a las vacunas o a la educación que al poseer teléfono celular, televisión, correo electrónico, etcétera.<sup>22</sup>

La apofenia es la falsa percepción de patrones o conexiones inexistentes a partir de eventos aleatorios o datos sin sentido. En estadística, la apofenia corresponde a un error de tipo I, mientras que la pareidolia es un fenómeno de hiperreconocimiento de patrones, a partir de un esti-

mulo vago y aleatorio percibido, erróneamente, como una forma identificable. Es una pseudosaliencia de la catástrofe de Thom. Así, la pareidolia es un tipo de apofenia.

Esta es la derivación del teorema de Bayes<sup>24,27,28</sup> que para el lector atento que haya llegado hasta aquí ya posee esta herramienta para el bien de la humanidad:

El teorema de Bayes es a la teoría de probabilidad lo que el teorema de Pitágoras es a la geometría.<sup>23</sup>

P = Positivo

C = Cáncer

$\neg C$  = No cáncer

P ( x ) = Probabilidad de x

| = Dado

$\cap$  = y

$$P(P) = P(C \cap P) + P(\neg C \cap P)$$

$$P(P \cap C) = P(P) P(C | P)$$

$$P(P \cap C) = P(C \cap P)$$

$$P(C \cap P) = P(C) P(P | C)$$

$$P(P) P(C | P) = P(C) P(P | C)$$

$$P(C | P) = \frac{P(C) P(P | C)}{P(P)}$$

$$P(C | P) = \frac{P(C) P(P | C)}{P(P \cap C) + P(P \cap \neg C)}$$

$$P(C | P) = \frac{P(C) P(P | C)}{P(C \cap P) + P(\neg C \cap P)}$$

$$P(C | P) = \frac{P(C) P(P | C)}{P(C)P(P | C) + P(\neg C)P(P | \neg C)}$$

Algunas personas usan los postes de alumbrado para apoyarse en vez de utilizarlos para iluminar, lo mismo pasa con las bibliografías de algunos trabajos. Nosotros creemos que las referencias se han escogido cuidadosamente con el propósito de iluminar y, no de impresionar, pero mucho menos para apoyar lo que en el texto no se haya podido evidenciar.

**Declaración de conflicto de interés:** los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

## Referencias

1. Kasper DL, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J. The Practice of Medicine en: Kasper DL, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J. Harrison's Principles of Internal Medicine. 19a Ed. USA: McGraw-Hill Education; 2015.
2. Yudkowsky E. An intuitive explanation of Bayes' Theorem. USA; Machine Intelligence Research Institute; 2017. Disponible en: <http://www.yudkowsky.net/rational/bayes/>
3. Feynman R. The Character of Physical Law. USA: The MIT Press; 1965.
4. Larroyo F. La Lógica de las Ciencias. 18ª ed. México: Editorial Porrúa; 1973.
5. Larroyo F. Filosofía de las Matemáticas. México: Editorial Porrúa. 1976.
6. Aleksandrov AD, Kolmogorov AN, Lavrent'ev MA. Mathematics: Its Content, Methods and Meaning. USA: Dover Publications, Inc; 1969.
7. Wittgenstein L. Observaciones Sobre los Fundamentos de la Matemática. España: Alianza Editorial; 1978.
8. Lifshitz A. La Ética en las Publicaciones Médicas. Revista Médica del Instituto del Seguro Social. 2013;51(6):604-5.
9. Larroyo F. Estudio Preliminar en Platón Diálogos. México: Editorial Porrúa. Colección Sepan Cuantos; 1996.
10. Casscells W, Schoenberger A, Graboys T. Interpretation by physicians of clinical laboratory results. N Engl J Med. 1978;299:999-1001.
11. Teorema de Bayes <https://www.youtube.com/watch?v=k7dpJY6xtCk>
12. Teorema de Bayes Problema 1. Estadística. <https://www.youtube.com/watch?v=snWkK1p2AWQ>
13. Teorema de Bayes Problema 2. Estadística. <https://www.youtube.com/watch?v=IOcw4UykZdl>
14. Teorema de Bayes. Problema 3. Estadística. [https://www.youtube.com/watch?v=KsVKG1d2M\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=KsVKG1d2M_g)
15. Papadakis MA, McPhee S. Current Medical Diagnose & Treatment. 55a Ed. USA: McGraw-Hill Education; 2016.
16. Popper K. The logic of scientific discovery. Great Britain: Routledge; 2002.
17. Mark DB, Wong JB. Decision-making in clinical medicine en: Kasper DL, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL y Loscalzo J. Harrison's Principles of Internal Medicine. 19a Ed. USA: McGraw-Hill Education; 2015.
18. Alexánderson E, Sierra C, Lamothe PA, Gated-Pet en Alexánderson E. y Meave A. Imagen Cardiovascular. México: Facultad de Medicina Universidad Nacional Autónoma de México; 2008.
19. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (texto vigente al 28 de junio de 2016) <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/fed/9/>
20. Lamothe P, Baril B, Chi A, Lee L, Baril E. Accessory proteins for DNA polymerase alpha activity with single-strand DNA templates. Proc Natl Acad Sci. 1981;78(8):4723-7.
21. Lamothe P. Implicaciones Sociopoliticoeconómicas de la Ingeniería Genética. Anales Españoles de Pediatría. 1992;36(48):55-8.
22. Lamothe PJ. Epistemocracia: Primer tratado general de ingeniería política. 2a Ed. México: Edamex; 1998.
23. Jeffrey R. C. Subjective probability: the real thing. New York, USA: Cambridge University Press; 2004.
24. Jaynes ET. Probability theory: the logic of science. Cambridge, United Kingdom: The Press Syndicate of the University of Cambridge; 2003.
25. Organización Mundial de la Salud. Constitución de la OMS: Principios. Génova, Suiza. OMS; 1946. Disponible en: <http://www.who.int/about/mission/es/>
26. Laplace PS. A Philosophical Essay on Probabilities. USA: Rough Draft; 2009.
27. Pfeiffer PE. Concepts of Probability Theory. USA: Dover Publications, Inc.; 1978.
28. Stone JV. Bayes' rule: a tutorial introduction to Bayesian analysis. USA: Sebtel Press; 2013.