



Informes evaluativos, errores e incertidumbre en ciencias forenses

Gastón Pezzuchi

Master of Science in Geographical Information Science & Systems. Profesor titular de la asignatura Tecnología Aplicada, de la Licenciatura en Criminalística, Facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la Universidad Católica de La Plata.

Laura Cocco

Doctora en Odontología, directora de la Licenciatura en Criminalística, Facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la Universidad Católica de La Plata. Profesora titular de la asignatura Odontología Forense en Criminalística, Facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la Universidad Católica de La Plata.

Resumen

Reconocer la existencia de errores e incertezas en cualquier operación de medición, cálculo o comparación es fundamental en la ciencia, en general, y vital en las ciencias forenses, en particular. Los criterios de evidencia científica en los procesos penales requieren el tratamiento adecuado del error de los métodos que ha de emplear el perito. Asimismo, la producción de informes evaluativos en ciencias forenses requiere el manejo del lenguaje de la ciencia estadística y el cálculo del cociente de verosimilitud entre hipótesis antagónicas (por ejemplo, la hipótesis del fiscal y la hipótesis de la defensa, en ambos casos condicionadas por la evidencia evaluada). Comprender adecuadamente el lenguaje y la metodología de la estadística y la probabilidad evitan que el perito se confunda y confunda al juzgador. Este trabajo presenta tres dimensiones del problema: (1) los errores y su propagación; (2) los métodos científicos y los supuestos (especialmente en el caso de decisiones estadísticas), y (3) la evaluación de resultados forenses a la luz de proposiciones antagónicas en un proceso judicial.

Palabras claves: evidencia científica; errores; estadística; probabilidad; jerarquía de hipótesis; ratio de probabilidad.

Abstract

Recognizing the existence of errors and uncertainties in any measurement, calculation or comparison operation is fundamental in science, in general, and vital in forensic sciences, in particular. The criteria of scientific evidence in criminal proceedings require the proper treatment of the error of the

methods to be used by the expert. Likewise, the production of evaluative reports in forensic sciences requires the use of the language of statistical science and the calculation of the likelihood quotient between antagonistic hypotheses (for example, the prosecutor's hypothesis and the defense hypothesis, in both cases conditioned by the evaluated evidence). Properly understanding of the language and methodology of statistics and probability prevents the expert from being confused and confusing the judge. This paper presents three dimensions of the problem: (1) errors and their propagation; (2) scientific methods and assumptions (especially in the case of statistical decisions), and (3) the evaluation of forensic results in the light of antagonistic propositions in a judicial process.

Key words: *scientific evidence; errors; statistics; probability; hierarchy of hypotheses; probability ratio.*

1. Introducción

Comenzar un artículo dirigido centralmente al ámbito de las ciencias forenses citando a San Agustín puede parecernos, a primera vista, algo extraño, e incluso pretencioso; aun así, esperamos que nuestra motivación resulte clara en breve. En sus Sermones (164, 14) nos dice «Humanum fuit errar, diabolicum este a animositatem por error Manere»¹, lo que en forma más conocida se suele repetir como: «Errare humanum est, sed perseverare diabolicum»². Y es justamente aquí donde ubicamos el núcleo primario de este breve documento: la importancia fundamental del error en las ciencias, en general, y en las forenses, en particular; la importancia de conocerlo y cuantificar, pero, además, de aprender de él y de ser muy cuidadosos al comunicarlo adecuadamente, en especial cuando quien hace uso de nuestros resultados «periciales» asume cuestiones que no necesariamente son las que se están presentando.

En esta línea, una cita clásica de Francis Bacon, en *Novum Organum, Liber Secundus, XX*, puede ayudarnos también a establecer con mayor precisión el contexto y la importancia del error: «Aparece antes la verdad del error que la de la confusión», es decir, el reconocimiento del error y su análisis adecuado nos aproxima a la verdad.

Podríamos argumentar que las ciencias forenses, en general, no crean certezas, sino más bien que acotan dudas, y, por lo tanto, algunas cuestiones son centrales (y relativamente obvias):

Por un lado, cualquier resultado de un proceso de medición presenta errores; incluso el más elemental acto de medir una distancia, por ejemplo, presenta errores, tomar una temperatura presenta errores, y así sucesivamente. Ahora bien, ¿cuántos de nosotros recordamos que, si luego empleamos esas mediciones para realizar cálculos, las cantidades derivadas, también «propagan» el error original de la medición, y que esos errores se compendian y afectan el resultado final, aunque muchas veces no se los presente explícitamente?

¹ 'El error fue propio del hombre, pero es malo para insistir en el error de orgullo.'

² 'Errar es humano, pero perseverar (en el error) es diabólico.'

A modo de ejemplo, supongamos que medimos una posición inicial como $x_1 = 9,3 \pm 0,2$ m y una posición final como $x_2 = 14,4 \pm 0,3$ m; en ese caso, el desplazamiento es de $\Delta x = 14,4 - 9,3 = 5,1$ m, pero el error asociado es de $\sqrt{(0,2^2 + 0,3^2)} = 0,36$ m, es decir, el resultado debiera presentarse como $5,1 \pm 0,36$. Notemos que aquí estamos considerando simplemente una operación de suma (resta) involucrada en el cálculo de la distancia; pero supongamos ahora que hemos medido un desplazamiento de $x = 5,1 \pm 0,4$ m durante un tiempo $t = 0,4 \pm 0,1$ s, ¿cuál es ahora la velocidad promedio del objeto? En este caso, $v = \frac{x}{t} = \frac{5,1 \text{ m}}{0,4 \text{ s}} = 12,75 \text{ m/s}$ mientras que su incerteza es de $\delta v = |v| \sqrt{\left(\frac{\delta x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\delta t}{t}\right)^2} = 12,75 \frac{\text{m}}{\text{s}} \sqrt{\left(\frac{0,45}{5,1}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{0,4}\right)^2} = 3,34 \text{ m/s}$ y ya vemos como el resultado por reportar es de $12,75 \pm 3,34$ (notemos lo diferente que nos parece ahora el valor de la velocidad al haber cuantificado el error en su determinación³).

Por otro lado, no solo los experimentales tienen incertezas derivadas del método de medición y de la eventual propagación de errores en los cálculos, sino también, y más centralmente, la noción de las ciencias forenses como auxiliares en la determinación de la responsabilidad penal implica necesariamente entender y apreciar la duda y el error como elementos fundamentales de la ciencia, en general, y como componentes primarios para establecer el carácter científico de una evidencia en el marco de un proceso penal.

La forma en la que la evidencia científica se presenta como informe (reporte) evaluativo en el proceso penal es central para asegurar que quien debe hacer uso de esa opinión experta comprenda correctamente lo que se está presentando, al igual que la relación de incertidumbres en el contexto de las proposiciones que se han empleado para evaluar esa evidencia.

2. Evidencia científica en el sistema de justicia

Una de las primeras explicaciones formales de los criterios para evaluar la idoneidad de un método científico previo a su admisibilidad como evidencia en una corte de justicia se obtuvo en el denominado fallo de la Suprema Corte de los EE. UU. en el caso «Daubert v/ Merrell Dow Pharmaceuticals» (1993). Se señala allí que la corte tiene el rol de Cerbero: guarda la puerta que permite que solamente las fuentes relevantes y confiables se admitan como evidencia. El fallo original lista cinco (5) factores que el juez debe considerar para evaluar la validez científica de una teoría o método (Dixon & Gill, 2001, p. 3):

1. Si el método o evidencia puede y ha sido testeado.
2. Si ha sido sujeto a la revisión de pares y a publicación.
3. Si se conoce la tasa de error del método.

³ En este caso, la incerteza es de poco más del 26 % del resultado presentado...

4. Si existe y se mantiene un conjunto de estándares que controlen las técnicas de operación.
5. Si tiene aceptación general en la comunidad científica.

A lo largo del tiempo, esta lista se ha extendido agregando factores adicionales, pero, en esencia para nuestra argumentación, es más que suficiente. En el caso americano, la decisión de 1993 clarifica por primera vez los estándares que los jueces federales deben utilizar para decidir si una evidencia experta puede ser admitida en un caso o no. El fallo en cuestión es particularmente interesante, porque la Suprema Corte obliga a los jueces a examinar el método o razonamiento en el que se basa la evidencia experta y a admitir solamente la evidencia que es confiable y relevante (Dixon & Gill, 2001); además, sostiene expresamente la necesidad de conocer la tasa de error del método empleado.

Como Dixon y Gill (2001) muestran en su estudio, el fallo de la Corte tuvo gran impacto en el comportamiento de los jueces; mostró que los estándares para la admisibilidad de la evidencia experta han mejorado, y, a la vez, ha mejorado la «calidad» de la evidencia, que se presenta, en general, al aplicarse y sostener este «criterio Daubert» en el tiempo.

Ahora bien, y por simplicidad, este trabajo se enfoca centralmente en considerar la evaluación de evidencia de un cierto tipo: aquella que se conoce como evidencia surgida de *transferencia*, también llamada *rastros* (Aitken y Taroni, 2004). Es decir, evidencia que se transfiere entre un delincuente y la escena de un delito. En el lenguaje práctico, toma la forma de un rastro (rastros de ADN, de sangre, de vidrios, de fibras, huellas, etc.), y nos interesa porque, al existir datos medibles, podemos evaluar su variabilidad en términos estadísticos. Hay claramente otros tipos de evidencia, por ejemplo, los relatos de los testigos, pero no nos enfocaremos en su evaluación en esta oportunidad.

En las ciencias forenses, existe un muy conocido y citado principio, el denominado *principio de Locard*⁴ (por Edmond Locard, el famoso criminalista francés) que en esencia sostiene que todo contacto deja un rastro: «tantôt le malfaiteur a laissé sur les lieux les marques de son passage, tantôt, par une action inverse, il a emporté sur son corps ou sur vêtements, les indices de son séjour ou de son geste» (Locard, 1920, p. 139). Cuya traducción aproximada es: 'ya sea que el delincuente haya dejado las marcas de su pasaje en la escena de un delito, o a veces, por una acción inversa, se lleva con él en su persona (cuerpo) o ropa, las pistas de dónde ha estado o de lo que ha hecho (su estancia o su gesto)'. Este principio fue reiterado por Locard en forma ligeramente distinta en 1929: «Les débris microscopiques qui recouvrent nos habits et notre corps sont les témoins muets, assures et fidèles de chacun de nos gestes et de chacun de nos rencontres» (Locard, 1929, p. 177), es decir, nuevamente y en forma aproximada: 'Los rastros microscópicos que están presentes en nuestras ropas o en nuestra persona son los testigos silenciosos, confiables y precisos de cada acción que hacemos y de cada encuentro que tenemos'. Como podemos apreciar, este tipo de evidencia ha estado presente esencialmente desde los inicios de las

⁴ O «principio de intercambio de Locard».

consideraciones de los referentes criminalísticos, y, por lo tanto, muchas veces cuando se piensa en la ciencia forense, se piensa con estos tipos de ejemplos.

Ahora bien, a los fines de enfatizar nuestro punto en relación con la importancia de la incertidumbre y de la presentación de los resultados que el experto realiza, nos detendremos ligeramente en resumir algunos puntos que consideramos de especial interés y que han sido tomados de la muy conocida guía ENFSI (sigla inglesa para Red Europea de Institutos de Ciencias Forenses) para informes evaluativos en evidencia científica en corte. En ese marco, las opiniones expertas son más eficientes y lógicamente presentadas a la justicia cuando demuestran el peso de la evidencia o el valor de esta a través de una aproximación basada en verosimilitudes.

En el campo de las ciencias forenses, existen diferentes tipos de reportes (informes) que un perito puede realizar (evaluativos, de inteligencia, investigativos, técnicos, etc.). Nos enfocaremos brevemente en los reportes evaluativos, que son aquellos en los que se evalúan los hallazgos forenses a la luz de, por lo menos, un par de proposiciones. Estos informes se basan en una *ratio de verosimilitud* y se ajustan a los principios generales de la evaluación. En la gran mayoría de los casos, los informes evaluativos siguen a exámenes de cotejo entre material de fuente desconocida y material de referencia de una o más fuentes potenciales o actividades asociadas. Por lo tanto, un informe evaluativo es, en esencia, cualquier informe forense experto que contenga una sección evaluativa.

Las directivas ENFSI para informes evaluativos en su tercera versión aclara lo siguiente:

Se ha hecho poco para estar a la altura del desafío de asegurar que los reportes forenses capturan tanto el valor como las limitaciones de los hallazgos expresados de una manera comprensible para un amplio espectro de usuarios, incluidos la policía, los abogados y los jurados. (ENFSI, 2010, p. 3)

Y, asimismo, «Las ciencias forenses, como disciplina reconocida, no progresarán en ausencia de un lenguaje común y sin un entendimiento compartido de qué significan estos hallazgos» (ENFSI, 2010, p. 3)⁵. Esto obliga a clarificar en particular no solamente la presentación de la evidencia científica, sino también la lógica de la opinión experta en el marco de un proceso judicial. Aun a riesgo de excedernos en este documento, tomaremos algunas de las principales recomendaciones de la guía ENFSI para establecer un marco de referencia en relación con los informes evaluativos.

La guía ENFSI remarca que los peritos forenses no reportarán en cuestiones fuera de su propia área de experticia y que tampoco darán generalmente conclusiones en temas que no requieran conocimiento especializado. Ahora bien, si les fuera requerido, pueden hacerlo siempre que expliciten con claridad que eso no es parte de su evaluación experta. Asimismo, resalta que los reportes evaluativos se basan en una jerarquía de proposiciones y en condiciones que permiten operar dentro de esa jerarquía. Los reportes evaluativos para uso en la corte deben producirse solamente cuando se dan dos condiciones: (1) una

⁵ Traducción aproximada del inglés realizada por los autores.

manda judicial o un pedido de parte que solicita al perito forense que examine o compare material (típicamente un rastro recuperado con un material de referencia de fuentes potenciales conocidas), o (2) el perito forense pretende evaluar los hallazgos con relación a proposiciones particulares en competencia entre sí, contextualizadas por circunstancias específicas del caso o contextualizadas por la manda judicial.

Por otro lado, la evaluación de los hallazgos de las ciencias forenses en la corte emplea la probabilidad como una medida de la incerteza. Esto se basa en los hallazgos, los datos asociados y el conocimiento experto, las proposiciones específicas del caso y la información condicionante. Ahora bien, la evaluación sigue los principios de asignación de una ratio de verosimilitud y es un marco de evaluación que aplica a todas las disciplinas forenses. La ratio de verosimilitud mide la fuerza del apoyo que los hallazgos proveen para discriminar entre las proposiciones de interés. Es una medida científicamente aceptada, que provee una forma lógicamente defendible para tratar con el razonamiento inferencial. Se trata en esencia de un cociente entre dos probabilidades, la probabilidad de la evidencia bajo dos hipótesis que compiten entre sí⁶. Los hallazgos forenses, en tanto forenses, necesitan ser distinguidos de su evaluación en el contexto del caso.

El marco de referencia general implica que los temas principales del caso se establecerán mediante la consideración de toda la información relevante disponible —y, cuando fuera necesario, se requerirá información adicional—, al igual que de consensos alcanzados por debate —cuando sea posible o necesario— con la autoridad judicial relevante o la parte. Sobre la base de las circunstancias del caso y sobre el acuerdo que define los temas principales (centrales), se delimitan las proposiciones que compiten entre sí, de acuerdo con el nivel dentro de la jerarquía de aquellas. Este conjunto de proposiciones idealmente no se cambia en ninguna etapa, salvo que: (1) los temas principales del caso cambien, o (2) la información condicionante cambie, o (3) los hallazgos forenses lleven a nuevas hipótesis de investigación.

Por otro lado, la preevaluación ayuda a conseguir el balance y asegura que los peritos forenses consideren los hallazgos potenciales explícitamente antes del examen. También ayuda en la identificación de la estrategia de examen más apropiada. Obviamente, no siempre se necesita una preevaluación del caso para proposiciones en el nivel de la fuente, pero sí es fundamental cuando se plantean proposiciones en el nivel de la actividad. Dadas las proposiciones elegidas y las circunstancias del caso, la preevaluación apunta a: (1) especificar los principales hallazgos potenciales de los exámenes científicos por realizar; (2) asignar probabilidades (por lo menos dentro de un orden de magnitud) para los hallazgos potenciales con relación a cada proposición. Esto lleva a la ratio de verosimilitud para los hallazgos potenciales en este estadio. Cuando los resultados se conocen (por ejemplo, resultados de una búsqueda de ADN en una base de datos) y no se ha realizado una preevaluación inicial, deben extremarse los recaudos para evitar verse

⁶ Existen otros métodos (quimiométricos, test estadísticos, etc.), pero deben ser utilizados solamente para caracterizar los hallazgos y no para evaluar su fuerza.

sesgados por estos hallazgos. Ello puede requerir que otro perito realice la preevaluación sin el conocimiento de estos resultados.

Es importante recordar que, si de la preevaluación surge que los exámenes científicos tienen poca utilidad para conseguir la desambiguación entre las proposiciones, debe ponerse en conocimiento de la autoridad judicial o de la parte inmediatamente.

El examen científico se realiza basado en la suposición de que los elementos han sido recuperados, empacados, preservados y transportados, en conformidad con los protocolos aceptados o las mejores prácticas, a menos que existan buenas razones para creer otra cosa. En estos casos, se requieren mayores consultas y, de ser necesario, discusiones con la autoridad judicial o la parte para consensuar cómo continuar. Basándose en los hallazgos del examen científico y en sus probabilidades asignadas durante la preevaluación, se asigna la ratio de verosimilitud. Las probabilidades asignadas (en la etapa de preevaluación) pueden ser refinadas a la luz de los hallazgos, pero la justificación para el cambio debe documentarse. De acuerdo con su incerteza, los peritos forenses deben considerar explorar la sensibilidad de la ratio de verosimilitud a las diferentes probabilidades examinando los efectos que causan estas modificaciones (Biederman & Taroni, 2006). La conclusión del informe evaluativo debe expresarse como un valor de la ratio de verosimilitud o una escala verbal que se relacione con ese valor. Los equivalentes verbales deben expresar un nivel de apoyo para una proposición en relación con su alternativa. La elección de reporte verbal equivalente se sustenta en la ratio de verosimilitud y no a la inversa. Es por esto por lo que el informe debe contener una indicación del orden de magnitud de la ratio de verosimilitud.

Todo informe evaluativo debe contener cuatro requisitos básicos: *balance, lógica, robustez y transparencia*:

Balance. Los hallazgos deben ser evaluados dadas por lo menos un par de proposiciones: usualmente una basada en la mirada de una parte en relación con los eventos y la otra basada en la alternativa (la mirada de la parte contraria). Si no puede formularse una alternativa, el valor de los hallazgos no puede ser evaluado. En este caso, los peritos forenses deben explicitar claramente que no están reportando sobre el valor de los hallazgos.

Lógica. Los informes evaluativos deben tratar con la probabilidad de los hallazgos dadas las proposiciones y la información de contexto relevante, y no la probabilidad de las proposiciones según los hallazgos y la información de contexto. Es decir, el reporte no debe contener afirmaciones que transpongan el condicional.

Robustez. El informe debe ser capaz de soportar el escrutinio y la interpelación. Debe estar basado en conocimiento sólido y en experiencia conforme al tipo de rastro/prueba y al uso de los datos. El perito forense debe estar conforme con que los resultados de las observaciones y del análisis sobre los que se extraen las inferencias y conclusiones son robustos. Cuando hay datos insuficientes, la aproximación dada por la ratio de verosimilitud provee al perito de un marco de referencia para un razonamiento estructurado y lógico basado en su propia experiencia, en la medida en que pueda explicar

las bases para su opinión, junto con el grado de comprensión que tiene del tipo de traza particular en estudio.

Transparencia. Las conclusiones reportadas deben derivarse de un proceso demostrable tanto en el caso como en el reporte. El reporte debe escribirse de manera tal de ser adecuado para audiencias amplias (participantes en el sistema de justicia) y puede incluir suplementos que expliquen el contexto técnico.

Ahora bien, como se ha dicho, la evaluación de la evidencia se realiza en el marco de, por lo menos, dos proposiciones que compiten entre sí. El informe evaluativo como opinión experta requiere poder explicar a la corte la significación de los hallazgos en el contexto del caso. Esto implica necesariamente poder considerar a los hallazgos en relación con al menos dos proposiciones antagónicas. Usualmente se trata de las proposiciones de la defensa y de la fiscalía, pero, si esto no es claro, el perito debe proponer las dos proposiciones más razonables con base en las circunstancias del caso. Las proposiciones disponibles conforman niveles dentro de una jerarquía, que incluye proposiciones a nivel de la fuente o incluso por debajo de la fuente, al igual que proposiciones a nivel de la actividad. En el contexto de eventos delictivos, las proposiciones se suelen clasificar en: el *nivel del delito* (proposiciones que se refieren a la comisión de un delito), el *nivel de actividad* (proposiciones sobre una actividad humana o un acontecimiento), el *nivel de la fuente* (proposiciones sobre la fuente de una materia física), o incluso el nivel *debajo de la fuente* (cuando no es posible atribuir hallazgos analíticos a una fuente material específica) (Cook *et al.*, 1998).

Las proposiciones en el nivel de actividad son las que deben emplearse cuando la opinión o el conocimiento experto se requiere para considerar factores, como los mecanismos de transferencia, persistencia y niveles de contexto del material, que pueden tener un impacto en el entendimiento de los hallazgos científicos relativos a las actividades supuestamente ocurridas. Por ejemplo, puede resultar engañoso reportar el hallazgo de dos fibras raras en la víctima que no pueden ser distinguidas de la campera del sospechoso cuando las circunstancias del caso y las características de la fibra sugieren que una gran cantidad de fibras debieran haberse encontrado si la actividad supuesta hubiera ocurrido. Mientras que las proposiciones en el nivel de la fuente son adecuadas en casos donde no hay riesgo de que la corte las interprete erróneamente en el contexto de las actividades supuestas en el caso⁷.

Un importante punto que rodea al del conocimiento del error es el hecho de que las ciencias forenses modernas hacen fuerte uso de la probabilidad y de la estadística al presentar sus opiniones expertas; la ratio de verosimilitud es un cociente de probabilidades, y las pruebas de hipótesis juegan un rol central en esencialmente todos los métodos de las ciencias forenses. El desconocimiento de estas consideraciones es imperdonable y problemático.

⁷ Sugerimos ver ENFSI 2010 para más detalles.

Conclusiones

Como hemos mencionado, existen diferentes contextos en los que el error y la incerteza se hacen presentes en las ciencias forenses. Debiera resultarnos fundamental siempre explicitar el error y la incerteza, pero también fundar la evaluación de la evidencia científica presentada ante la corte siguiendo los mecanismos adecuados que permiten asegurar que quien debe decidir lo haga comprendiendo cabalmente la información que se le revela. Esto es, no solo el experto forense debe conocer de errores y de probabilidades, sino que también debe conocer cómo presentar sus resultados a la corte.

Es interesante que recordemos y evitemos la tentación siempre presente de evaluar la evidencia para tratar de determinar el valor de la probabilidad de la cuestión última de interés, es decir, la culpabilidad de un sospechoso, o el valor de la probabilidad en favor de la culpa, o incluso decidir en relación con la cuestión de la culpabilidad. Pero esta tarea es exclusiva decisión de la corte o del jurado, y no es el rol del científico forense. Es admisible que el científico diga que la evidencia es mil veces más probable si el sospechoso es culpable que si es inocente, pero no es admisible interpretar esto para decir que, dado que la evidencia es mil veces más probable, el sospechoso es culpable y no inocente.

Si bien las estadísticas son generalizaciones derivadas de la observación del mundo empírico y su razonamiento clásico es inductivo, la probabilidad, por el contrario, es una forma de medir la incerteza que se proyecta sobre el mundo y nos permite implementar planes racionales de acción. El razonamiento probabilístico es deductivo. Ahora bien, en las aplicaciones forenses, debemos ser muy cuidadosos con la aplicación de la probabilidad y la estadística, en particular; aunque tradicionalmente un intervalo de confianza es una expresión aceptada de la incerteza en las ciencias sociales, no es una forma adecuada de evaluar evidencia en un proceso judicial (Aitken, Roberts & Jackson, 2010). Es importante recordar que la validez de la estadística es función de las técnicas de muestreo y de consideraciones metodológicas que deben ser consideradas al evaluar conclusiones inferenciales; mientras que la evaluación de la evidencia es siempre y fundamentalmente un ejercicio de comparación (Aitken, Roberts & Jackson, 2010; ENFSI, 2010). Idealmente el perito experto brinda su opinión en relación con la verosimilitud de la evidencia bajo dos proposiciones (o supuestos) antagónicos, la proposición de la fiscalía y la proposición alternativa que presenta la defensa (que puede ser tan simple como la negación de la proposición de la fiscalía). En otras palabras, el perito experto «habla» sobre la ratio de verosimilitud. Aun si la evidencia es improbable al asumir la inocencia, puede ser aún más improbable al asumir la culpabilidad. El valor probatorio de la evidencia no puede ser evaluado, por lo tanto, examinando solamente una de las dos proposiciones que compiten.

Un error de interpretación extremadamente común surge cuando la probabilidad de la evidencia condicional en la inocencia — $p(E|I)$ — se confunde con la probabilidad de inocencia condicional en la evidencia — $p(I|E)$ —. Se trata de dos conceptos completamente diferentes que, por lo general, tienen valores radicalmente distintos. Este error es el que suele denominarse *falacia del fiscal*, pero existen otros errores usuales y peligrosos, como

el *error de probabilidad de la fuente*, que ocurre cuando se confunde la probabilidad de coincidencia cuando el sospechoso no es la fuente — $p(\text{match} | \text{sospechoso no es la fuente})$ — con la probabilidad de que el sospechoso no sea la fuente, asumiendo que hay un rastro positivo — $p(\text{sospechoso no sea la fuente} | \text{match})$ —. Mientras que en el primer caso se tiene la probabilidad de coincidencia aleatoria, en el segundo se basa en un resultado positivo y depende del tamaño de la población de interés. Nuevamente hay muchas otras trampas potenciales disponibles para el participante desatento; a modo de ejemplo y sin ser una enumeración taxativa: (1) La probabilidad de coincidencia aleatoria no debe ser confundida con la probabilidad de obtener otro cotejo positivo en algún lugar de la población. Es decir, la probabilidad de coincidencia aleatoria es la probabilidad de obtener una coincidencia «en una corrida», no la probabilidad de que al menos algún otro miembro de la población de interés produzca una coincidencia (la probabilidad de que una persona en particular identificada con antelación gane la lotería es muy distinta de la probabilidad de que la lotería sea ganada —por alguien—). (2) Una frecuencia poblacional no indica la cantidad de ítems de interés que son necesarios testear hasta encontrar una coincidencia (si hay 1000 bolas plásticas en una bolsa, 999 blancas y 1 negra, la frecuencia de bolas blancas en la población de bolas es de 1/1000, pero esto no implica que esperamos que uno tenga que extraer una bola blanca recién en el intento 1000). (3) Asimismo, la probabilidad de un falso positivo no debe ser confundida con la probabilidad de que una coincidencia sea falsa. La probabilidad de un falso positivo es una medida de la especificidad de una prueba (con cuánta regularidad produce una coincidencia errónea). La probabilidad de que una coincidencia dada sea falsa depende centralmente de las tasas base. Aún una prueba con una excelente especificidad (por ejemplo, una tasa de falsos positivos de 0,001) va a ser falsa en cada ocasión que declare una coincidencia si no hay valores positivos en la población de testeo (por lo que la probabilidad de que una coincidencia declarada sea falsa es de 1).

En resumen, no solo es vital conocer sobre márgenes de errores incluso en la más simple y trivial de nuestras mediciones, sino que también, al momento de evaluar la evidencia, se requiere un marco claro en el que la probabilidad se traduzca en términos comprensibles para la corte sin convertirse meramente en una declaración testimonial. La evidencia científica requiere el uso del lenguaje de la ciencia para evaluar proposiciones antagónicas, lo que permite, en última instancia, desambiguar la duda y acotar la incerteza. Y el lenguaje para hacerlo es el lenguaje de la estadística.

Referencias

- Aitken, C. G. G. & Taroni, F. (2004). *Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists* (2nd Edition). John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 0-470-84367-5.
- Aitken, C.; Roberts, P., & Jackson, G. (2010). *Communicating and Interpreting Statistical Evidence in the Administration of Criminal Justice. 1. Fundamentals of Probability and Statistical*

Evidence in Criminal Proceedings. Guidance for Judges, Lawyers, Forensic Scientists and Expert Witnesses. Royal Statistical Society.

- Bacon, F. (2009). *Novum Organum* [Traducción directa del latín de Clemente Fernando Almori]. Buenos Aires: Editorial Losada. Biblioteca de Obras Maestras del Pensamiento.
- Biedermann A., Taroni F. (2006). Bayesian networks and probabilistic reasoning about scientific evidence when there is a lack of data, *Forensic Science International*, 157, 163-167.
- Cook, R.; Evett, I. W.; Jackson, G.; Jones, P. J., & Lambert, J. A. (1998). A Hierarchy of Propositions: Deciding which Level to Address in Casework. *Science & Justice*, vol. 38, issue 4, 231-239.
- Dixon, L. & Gill, B. (2001). *Changes in the Standards for Admitting Expert Evidence in Federal Civil Cases since the Daubert Decision.* Rand Institute for Civil Justice.
- European Network of Forensic Science Institutes (ENFSI) (2010). *ENFSI Guideline for evaluative reporting in Forensic Science. Strengthening the Evaluation of Forensic Results across Europe (STEOFRAE).*
- Locard, E. (1920). *L'enquête criminelle et les méthodes scientifiques.* Francia: Flammarion.
- Locard, E. (september 1929). L'analyse des poussières en criminalistique. *Revue Internationale de Criminalistique*, 176-249.
- San Agustín (2015). *Obras Completas de San Agustín. XXIII: Sermones (3.º) 117-183. Evangelio de San Juan, Hechos de los Apóstoles y Cartas Apostólicas (2.ª edición, bilingüe, aumentada)* [Traducción y notas de Pío de Luis Vizcaino, OSA; José Anoz Gutiérrez, OAR]. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos.

Bibliografía complementaria

- Hildebrandt, M.; Dittmann, J., & Vielhauer, C. (2017). Capture and Analysis of Latent Marks. In Tistarelli, M. & Champod, C. (Eds). *Handbook of Biometrics for Forensic Science.* Springer.
- Maltoni, D.; Cappelli, R., & Meuwly, D. (2017). Automated Fingerprint Identification Systems: From Fingerprints to Fingermarks. In Tistarelli, M. & Champod, C. (Eds). *Handbook of Biometrics for Forensic Science.* Springer.
- Maltoni, D.; Maio, D.; Jain, A. K., & Prbhakar, S. (2009). *Handbook of Fingerprint Recognition (2nd Edition).* Springer.
- Mordini, E. (2009). Ethics and Policy of Forensic Biometrics. In Tistarelli, M. & Champod, C. (Eds). *Handbook of Biometrics for Forensic Science.* Springer.
- NIST 8034 Fingerprint Vendor Technology Evaluation (2015). NIST.