

ISSN 0719-4706 - Volumen 3 / Número 2 Abril – Junio 2016 pp. 10-27

**JUSTICIA Y CIENCIA:
AVANZANDO JUNTAS PARA CONSTRUIR UN MUNDO MEJOR**

JUSTICE AND SCIENCE: ADVANCING TOGETHER TO BUILD A BETTER WORLD

Dr. Francesc Mestres Naval
Universitat de Barcelona, España
fmestres@ub.edu

Dr. Josep Vives-Rego
Universitat de Barcelona, España
temivives@telefonica.net

Fecha de Recepción: 18 de marzo de 2016 – **Fecha de Aceptación:** 31 de marzo de 2016

Resumen

En este artículo analizamos las relaciones entre la Justicia y la Ciencia. Ambos ámbitos son ciertamente distintos, pero su compenetración puede ser de vital importancia para la evolución de nuestras sociedades. Entender adecuadamente cómo funciona el mundo la ciencia es de vital importancia para que los tribunales de justicia puedan valorar debidamente las pruebas basadas en las ciencias forenses. Repasamos algunas áreas donde esta relación es bastante fluida y otras donde todavía estamos en los albores. En concreto abordaremos los temas de la Genética forense, la forensia ambiental y el preocupante tema de la paradoja alimentaria. Finalmente, comentamos algunos requerimientos a cerca de la presentación de pruebas científicas en los tribunales de justicia.

Palabras Claves

Justicia – Ciencia experimental – Genética forense – Forensia medioambiental
Paradoja alimentaria – Presentación de pruebas

Abstract

This article analyzes the relationship between Justice and Science. Both areas are certainly different, but their rapport can be of vital importance for the evolution of our societies. To the courts can properly evaluate the evidence based on forensic science is vital to understand how science works. We comment some areas where this relationship is quite fluid and others where it is still in the dawn. In particular, we will address the issues of Forensic genetics, environmental forensics and the worrying issue of food paradox. Finally, we discuss some requirements about the presentation of evidence in the courts.

Keywords

Justice – Experimental science – Forensic genetics – Environmental forensic – Food paradox
Evidence presentation

Introducción. Las Ciencias Experimentales como aliadas de la Justicia

Existen diferentes formas en que el ser humano puede percibir y tratar de analizar el Mundo, por ejemplo la religión, la filosofía, la estética, la ciencia, etc. Todas ellas son formas distintas de adquirir conocimiento. Sin embargo, cada una de ellas tiene sus peculiaridades y todas son importantes. Las ciencias experimentales intentan comprender la naturaleza y sus leyes. Su modo de actuación es el denominado “método científico”. Sus objetivos y los procedimientos que utiliza son marcadamente diferentes a los que se utilizan en otras actividades humanas. En las ciencias jurídicas, los Jueces y los Tribunales deben decidir conforme a la evidencia fáctica que se presenta ante ellos, y que está constituida por las pruebas practicadas en su presencia. Dicha actividad probatoria abarca documentos, dictámenes periciales, declaraciones del imputado, declaraciones testificales y cualquier otro medio que permita alcanzar una sentencia, siempre que en su obtención y práctica se hayan observado todas las garantías procesales. Sin embargo, a pesar de que la Justicia y la ciencia experimental son dos mundos diferentes, seguimos creyendo como hemos defendido en trabajos anteriores¹, que el encaje entre ellas puede resolver algunos de los grandes retos del mundo actual. De las ciencias experimentales básicas pueden derivarse otras aplicadas y de ellas generarse las diferentes ciencias forenses actuales de interés en criminalística. La actuación conjunta de todas ellas puede aportar información sobre los sucesos que tuvieron lugar en un determinado caso y ayudar a que los jueces (y los jurados si fuese el caso) pronuncien un veredicto correcto. Esta simbiosis entre justicia y ciencia se reclama constantemente².

En este artículo pretendemos mostrar como las ciencias experimentales pueden ser de interés y ayuda para la Administración de Justicia. Para ello mostraremos cómo funcionan y cuáles son los principales planteamientos de su fundamento: el denominado método científico. Abordaremos con una serie de ejemplos como se han integrado diferentes especialidades científicas en el marco de la justicia. En concreto presentaremos el camino seguido por la Genética forense, la forensia medioambiental y la paradoja alimentaria contemporánea. Esperamos que nuestra información también pueda ser extrapolada a otras ramas científicas que puedan ser útiles en el ámbito jurídico. A modo de conclusión, mostraremos una serie de factores que se deben considerar en la admisibilidad de la pericia.

1.- El método científico

Como hemos comentado, las ciencias experimentales tienen la particularidad de que se basan en el método científico. La ciencia se fundamenta en la formulación de nuevas ideas que permitan la adquisición de nuevos conocimientos y en su validación (justificación del conocimiento)³. Normalmente de la observación de la Naturaleza surgen ideas que se plasman en una hipótesis científica. Ésta debe ser examinada de manera empírica para saber si las predicciones precisas que de ella se derivan concuerdan con las observaciones que se obtienen como resultado de la correspondiente experimentación. Un detalle muy

¹ F. Mestres y J. Vives-Rego, “Justicia y ciencia: uniendo lo mejor de ambos mundos”. Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología Vol: 17-4, (2015):1-12. <http://criminnet.ugr.es/recpc/17/recpc17-04.pdf>

² D. Neuberger, “Stop needless dispute of science in the courts”. Nature 531 (2016): 9.

³ F. J. Ayala y B. Black, “Decision will lead to improvement in courts’ screening of scientific evidence. Vol: 21 Prod. Safety & Liab. Rep. (BNA) N° 30, at 28 (1993a): 28-32.

importante a recordar es que si una hipótesis no puede estar sujeta a la posibilidad de rechazo mediante una observación o experimento, no puede considerarse científica. Una hipótesis, para que realmente pueda catalogarse como científica, debe ser falsable, es decir, ha de poder ponerse a prueba y ser desmentida por los hechos o por un experimento adverso. También se debe tener presente que aunque se tenga un gran número de experimentos que hayan puesto a prueba de forma importante una hipótesis y ésta siempre se haya demostrado correcta, debe recordarse que, por su propia esencia, la ciencia no puede llegar nunca a una verdad absoluta. Es por esta razón que los resultados científicos van ligados al uso de la estadística matemática para poder realizar una adecuada interpretación de los hechos. Cuando una hipótesis científica supera pruebas importantes que demuestran su robustez pasa a denominarse teoría. Unos ejemplos serían la teoría de la Evolución biológica, la teoría de la Relatividad o la teoría Cromosómica de la Herencia.

Es interesante ver cómo funcionan las ciencias experimentales en la práctica. La labor de investigación científica hace mucho tiempo que no se lleva a cabo por personas aisladas en su laboratorio, sino que se trabaja en equipos estructurados con personal de diferentes niveles de cualificación técnica y experiencia que abordan un determinado problema de interés. Cuando uno o varios miembros de un equipo realizan un nuevo descubrimiento, éste se comenta y discute entre todos los componentes del equipo. Más tarde, si el resultado parece sólido, se presenta en seminarios a nivel de departamento o de institución, donde diferentes equipos debaten sobre el nuevo descubrimiento. El paso siguiente es presentarlo en un foro más amplio, normalmente un congreso de la especialidad de ámbito nacional o internacional. En estas reuniones convergen muchos científicos de la misma especialidad y ello permite una discusión franca y abierta del nuevo descubrimiento. A su vez se plantean nuevas pruebas experimentales para continuar probando y verificando (o rechazando) la nueva hipótesis científica. Estos foros son importantes pues se hace una valoración crítica estricta. Si los resultados obtenidos y su interpretación parecen correctos, el equipo de investigación redactará un manuscrito que se presentará a una revista científica especializada con unos índices y criterios de calidad reconocidos a nivel internacional⁴. Este punto de la validación de la investigación científica es muy importante, pues el manuscrito es analizado por un editor y por dos o tres revisores anónimos que lo estudian en profundidad y realizan una valoración crítica. Los revisores son científicos especialistas en el tema. A veces se detectan errores o carencias y el manuscrito puede ser rechazado (y por tanto no será publicado en esta revista por no ser de suficiente calidad) o solicitar toda una serie de pruebas experimentales adicionales o llevar a cabo nuevos cálculos matemáticos-estadísticos con los valores obtenidos de la experimentación. Una vez realizados los cambios sugeridos, el editor y los revisores vuelven a evaluar la nueva versión del manuscrito. Normalmente se requieren dos o tres rondas de revisiones y modificaciones antes de que un manuscrito sea aceptado para su publicación en la revista. Por tanto, este proceso es muy riguroso y sólo los trabajos de contrastada calidad saldrán finalmente publicados. A pesar de todos estos requisitos, el proceso de desarrollo de la ciencia está en manos de humanos, que a su vez tienen sus virtudes y sus debilidades. La búsqueda de promoción y prestigio profesional, de mayores ingresos económicos, de honores, etc. pueden provocar errores, comportamientos no siempre honestos e incluso la posibilidad de fraude científico. Estas situaciones no son frecuentes, pero si se producen, acostumbra a ser descubiertos tarde o temprano, pues los científicos que trabajan en la misma especialidad al realizar experimentos similares

⁴ El listado de revistas científicas por áreas de conocimiento puede encontrarse en Thomson Reuters Web of Knowledge. Dentro de cada área las revistas se muestran clasificadas en función de unos índices de calidad, siendo el índice de impacto el más utilizado.

detectarán el error (acto involuntario) o el fraude (voluntario). En las revistas científicas que antes hemos comentados pueden leerse de vez en cuando notas de aclaración, corrección e incluso retractación. En el caso del fraude, el desprestigio para el investigador y su equipo es enorme e implica el fin de su carrera científica, pudiendo incluso ser castigado con la cárcel⁵.

Las ciencias experimentales hacen posible conocer mejor la Naturaleza y las leyes que la rigen. La correcta interpretación científica de un fenómeno junto a su precisa cuantificación permite elaborar modelos matemáticos para realizar predicciones muy precisas y cálculos estadísticos respecto a su fiabilidad. Estas predicciones son cada vez mejores pues los científicos van teniendo a su disposición instrumentos de mediciones cada vez más exactos y paralelamente se pueden desarrollar modelos matemáticos más complejos que incorporan mayor número de variables, definiendo así mejor la realidad que nos rodea⁶. Para poder realizar los cálculos complejos derivados de dichos modelos ha sido fundamental el desarrollo de los ordenadores. Todos estos avances han beneficiado en gran medida las ciencias forenses, pues muchas de sus especialidades cuentan con precisos modelos numéricos para realizar valoraciones objetivas y de manera acoplada ejecutan el cálculo estadístico adecuado para medir su precisión y fiabilidad. Estos avances han repercutido muy favorablemente en el valor de la información criminalística a disposición de los tribunales de justicia.

2.- Cómo distinguir entre ciencia y no-ciencia en los tribunales de justicia

Imaginemos que algunas personas que han sufrido un cáncer de piel se dan cuenta que han usado un mismo producto de limpieza. Tras ello, el colectivo de afectados se organiza e interpone una demanda a la firma responsable de la fabricación del producto en cuestión, alegando que alguno (o algunos) de sus componentes son cancerígenos. La observación, por sí sola, no es ciencia. Podría ser que este grupo de personas hayan padecido el cáncer, no por efecto del producto en cuestión, sino debido a que por su tipo de pigmentación cutánea sean más propensos a padecer alteraciones celulares por culpa de la luz ultravioleta emitida por el Sol o por haber estado expuestos a productos cancerígenos que no forman parte de la formulación del producto de limpieza que reclaman. En ciencia experimental debe probarse que el 'producto imputado de haber producido un daño' es realmente la causa de ese daño o enfermedad y por tanto además de formular la hipótesis de que ese producto concreto es causante de cáncer cutáneo deben aportarse evidencias científicas sólidas y verificables. Actualmente existen una serie de procedimientos y protocolos experimentales que permiten comprobar o rechazar este tipo de hipótesis, dando además una probabilidad de error, pues la ciencia, por su propia esencia, no proporciona verdades absolutas. Este ejemplo nos conduce a la siguiente pregunta, ¿Cómo y cuándo puede admitirse un nuevo procedimiento experimental en el ámbito judicial? ¿Cómo estar seguros que realmente un protocolo analítico es ciertamente

⁵ Nos gustaría mostrar algunos ejemplos recientes sobre la detección de actividades fraudulentas en ciencia. B. Grant, "HIV scientist pleads guilty to fraud". The Scientist (2015) <http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/42285/title/HIV-Scientist-Pleads-Guilty-to-Fraud/> B. Grant, "Fraudulent paper pulled". The Scientist (2016) <http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/44986/title/Fraudulent-Paper-Pulled/>

⁶ A este respecto recomendamos la lectura de: D. Lucy Introduction to Statistics for Forensic Sciences (Chichester, U.K.: John Wiley and Sons, 2005); M. M. Houck y J. A. Siegel. Fundamentals of Forensic science (Burlington (MA), U.S.A.: Elsevier Academic Press, 2006) y C. Adam, Mathematics and Statistics for Forensic sciences (Chichester, U.K.: Wiley-Blackwell, 2010).

científico? En el fondo, la pregunta es, ¿cómo se puede distinguir lo que es ciencia de lo que no lo es?

Es muy interesante repasar como se ha intentado responder a esta pregunta durante el siglo XX en los Estados Unidos de América. Hasta el caso *Frye* de 1923, las pruebas científicas eran tratadas como cualquier otro tipo de pruebas. En dicho caso los abogados de Frye, acusado de asesinato, solicitaron que su defendido pudiese someterse a la prueba de la verdad basada en la presión arterial sistólica (de hecho se trataba de un antecesor del polígrafo o prueba de la verdad). Tanto el juez del caso, como la *U.S. Court of Appeals* negaron la prueba. Esta última institución dictaminó que el principio subyacente a una prueba científica es que debe estar suficientemente establecida como para haber conseguido una aceptación general en su especialidad. Este es el denominado “principio de aceptación general” que en su momento parecía fácil de aplicar, pero que posteriormente se observó que presentaba ambigüedades y muchas veces no se podía aplicar de manera sencilla. Por esta razón se fueron sucediendo a lo largo de los años casos en los que el valor de la “ciencia” aportada era muy dudoso⁷. La *Federal Rules of Evidences* trató de clarificar la situación en 1975, pero obtuvo el efecto contrario, pues abrió más interrogantes e interpretaciones diferentes. Finalmente se llegó a lo que actualmente es un referente histórico sobre el tema, el caso *Daubert* de 1993. De forma muy breve, J. Daubert, E. Schuller y sus padres presentaron una demanda contra *Merrell Down Pharmaceuticals*. Según ellos, la utilización del fármaco *Bendectin*, que se usaba durante el embarazo para evitar los mareos matinales, les había provocado defectos de nacimiento. Sin embargo, no pudo demostrarse científicamente la relación entre el medicamento y las malformaciones. Las repercusiones de este caso han tenido un amplio calado a nivel jurídico y científico⁸. El caso *Daubert* permitió también abrir el importante debate sobre lo que era la ciencia verdadera respecto a la ‘pseudociencia’ o ‘ciencia basura’, que son todos aquellos protocolos experimentales que no han sido suficientemente avalados por la comunidad científica⁹. En resumen, si una prueba científica ya ha sido previamente admitida y existe consenso sobre su validez en los tribunales de justicia no hay ningún problema. En cambio, si una aplicación científica es novedosa debe comprobarse que cumple las condiciones establecidas por el método científico, sustentándose en un número apreciable de publicaciones científicas especializadas y de reconocido valor en su área temática.

⁷ Una buena revisión respecto a este punto puede encontrarse en F. J. Ayala, “Junk science and DNA typing in the Courtroom”. *Contention* Vol: 2, (1993): 45-60.

⁸ Sobre este punto es interesante la lectura de: E. J. Imwinkelried, “Forensic Science: The Second prong of the *Daubert* test: Disturbing implications of two recent civil cases”. *Vol: 33 Criminal Law Bulletin*, 570 (1997); M. M. Houk y J. A. Siegel, *Fundamentals of Forensic science* (Burlington (MA), U.S.A.: Elsevier Academic Press, 2006); R. C. Michaelis, R. G. Flanders jr. y P. H., Wulff, *A litigator’s guide to DNA. From the laboratory to courtroom* (Burlington (MA), U.S.A.: Elsevier Academic Press, 2008); D. H. Kaye, *The double helix and the law of evidence* (Cambridge (MA), U.S.A.: Harvard University Press, 2010) y Luca, S. de, Navarro, F. y Cameriere, R. “La prueba pericial y su valoración en el ámbito judicial español”. *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología* Vol: 15-19 (2013):1-14.

⁹ A este respecto sugerimos los artículos siguientes: F. J. Ayala, “Science in the Courts”. *American Scientist*, Vol: 81 (1993b): 230-239 y M. Lynch, y R. McNally, “Science, common sense and common law: courtroom inquires and the public understanding of science”. *Social Epistem.* Vol: 13 (1999); 183-196.

4.- La Genética forense: un buen ejemplo del ajuste entre justicia y ciencia

Un buen ejemplo de la correcta incorporación de una ciencia experimental al ámbito judicial es el de la Genética forense. El origen de dicha especialidad puede fecharse en el año 1900 con la descripción del grupo sanguíneo ABO por parte de Landsteiner¹⁰, si bien su salto de calidad tuvo lugar a mediados de los ochenta del siglo pasado con la introducción de las técnicas del ADN¹¹. De hecho, el primer caso donde se usó dicha molécula en estudios forense fue el caso *Sarbah*¹². Se trató de una prueba de maternidad que demostró “más allá de una duda razonable” que el muchacho Andrew Sarbah era ciudadano británico y no un emigrante ilegal. Las pruebas clásicas y de ADN fueron ambas determinantes en el caso, pero la prensa se hizo amplio eco del uso del nuevo tipo de prueba basada en un marcador molecular. El prestigio alcanzado por el Prof. Alec Jeffreys, que fue el genetista que planificó y llevó a cabo los análisis del ADN, hizo que el *Forensic Science Service* del Reino Unido contactase con él para ver si con la nueva tecnología podía resolver un caso criminal, el denominado *Pitchfork*. La resolución favorable del caso dio una gran publicidad al uso del ADN en los tribunales de justicia, siendo admitidas de manera rutinaria en diferentes juicios. Pero pronto empezaron a detectarse problemas, como en el caso *Castro* de 1987 donde los resultados de los análisis eran tan difícilmente interpretables que las pruebas de ADN se consideraron no adecuadas por parte del tribunal. Años más tarde (1994) en el caso *Simpson* se pusieron de manifiesto graves deficiencias en la recogida de las muestras, en la catalogación y custodia de las mismas y en el proceso analítico, efectuado en laboratorios sin suficientes garantías de control de calidad¹³. Sin embargo, la detección de estos errores, permitió su corrección de cara al futuro, de manera que en los Estados Unidos se fijaron unos estándares de recogida de las muestras, de controles de calidad en los laboratorios forenses, de los procedimientos respecto a cómo realizar la presentación de la información ante un tribunal y buena praxis general. Estas directrices se exigen para poder presentar las pruebas de ADN ante un tribunal. Poco a poco se introdujeron nuevos marcadores moleculares basados en el ADN, en concreto los denominados STRs (*Short Tandem Repeats*) que en castellano se denominan repeticiones cortas repetidas en tándem, que también reciben el nombre de microsatélites¹⁴. A pesar de que algunos ya eran utilizados por el *Forensic Science Service*, el FBI definió en 1997 los 13 STRs que formarían el núcleo de los marcadores para usos forenses (denominado sistema CODIS, *Combined DNA Index System*). Prestigiosos científicos trabajaron en su puesta a punto junto al laboratorio del propio FBI. Además, el *National DNA Advisory Board* junto a la *National Academy of Sciences* establecieron un conjunto de características de

¹⁰ La historia de la Genética forense puede encontrarse en: M. A. Jobling y P. Gill, “Encoded evidence: DNA in forensic analysis”, *Nat. Rev. Genet.* Vol: 5 (2004): 739-751. F. Mestres y J. Vives-Rego, “La Genética forense: entre la tecnociencia y la imaginación”, *Ludus Vitalis* Vol: 17 (2009a): 447-450.

¹¹ El nombre científico de la molécula es DNA, pero usaremos ADN por ser la denominación que habitualmente recibe en lengua castellana.

¹² D. H. Kaye, *The double helix and the law of evidence* (Cambridge (MA), U.S.A.: Harvard University Press, 2010).

¹³ Para más información sobre los defectos detectados en ambos casos recomendamos: J. M. Butler. *Forensic DNA typing* (Burlington (MA), U.S.A.: Elsevier Academic Press, 2005); R. C. Michaelis, R. G. Flanders jr. y P. H. Wulff, *A litigator's guide to DNA. From the laboratory to courtroom* (Burlington (MA), U.S.A.: Elsevier Academic Press, 2008) y D. H. Kaye, *The double helix and the law of evidence* (Cambridge (MA), U.S.A.: Harvard University Press, 2010).

¹⁴ F. Mestres y J. Vives-Rego, “La utilización forense de la huella genética (secuencia del ADN o ácido desoxirribonucleico): aspectos científicos, periciales, procesales, sociales y éticos”, *La Ley Penal* Vol: 61 (2009b): 46-61.

tipo técnico y ético para la selección de dichos marcadores¹⁵. Finalmente, en el año 2000, el FBI abandonó otros marcadores moleculares más antiguos y pasó a centrarse definitivamente en los STRs. En la actualidad estos marcadores en general y el sistema CODIS en particular son utilizados a escala mundial. Sin embargo algunos abogados defensores solicitaron que las pruebas basadas en ellos no fuesen admitidas en los tribunales pues los *kits* comerciales de análisis así como algunas pruebas sobre su validación no se habían hecho públicas. En este sentido son famosos los casos *Bokin* (1991), *Shreck* (2000) y *Pfenning* (2000). Las firmas que producían los *kits* de análisis de los STRs tenían un importante negocio y por esta razón mucha de la información técnica la tenían restringida. En vista del problema, las empresas más importantes que comercializaba estos *kits* o bien publicaron su información en revistas científicas especializadas o bien mostraron los detalles técnicos bajo requerimiento judicial siempre que se mantuviese el secreto¹⁶. Debemos comentar que numerosas publicaciones científicas del ámbito de la genética de poblaciones humanas avalaron reiteradamente desde el año 2000 la fiabilidad de los *kits* comerciales de análisis.

Otra cuestión importante es que la Genética, desde su origen, ha hecho amplio uso de la estadística. En esta línea, el desarrollo experimental y técnico de los marcadores utilizados en la Genética forense fue acompañado por la labor de científicos de reconocido prestigio internacional que implementaron diferentes procedimientos de cálculo estadístico. Ello ha permitido poder valorar e interpretar correctamente los resultados obtenidos. Es de destacar que estas metodologías estadísticas aplicadas han seguido también los protocolos científicos de validación: presentación en congresos internacionales especializados, reuniones internacionales de expertos, artículos científicos publicados en revistas relevantes del área de investigación, libros (o capítulos de libros) especializados, etc. Constantemente, cuando se pone apunto un nuevo protocolo experimental, éste va acompañado por el correspondiente cálculo estadístico. También se han mejorado los cálculos estadísticos en otras especialidades forenses clásicas¹⁷. Finalmente debemos mencionar que las sociedades nacionales e internacionales de ciencias forenses en general y de Genética forense en particular generan regularmente normas a seguir y recomendaciones sobre ambos aspectos: los procedimientos analíticos y los cálculos estadísticos.

Por último, un aspecto novedoso e interesante es como la justicia y la ciencia han abordado el tema de los biocrímenes, que pueden definirse como aquellos actos delictivos en que el arma utilizada es un microorganismo. Estos pueden ser de muchos tipos (bacterias, hongos, virus, etc.). En el presente trabajo solamente trataremos las situaciones donde el microorganismo empleado es un virus. Dichos microorganismos se componen esencialmente de un ácido nucleico (ADN o ARN¹⁸) y una envuelta proteica, denominada cápsida. Algunos de ellos pueden tener una envuelta membranosa externa que, entre otras cosas, está implicada en el mecanismo de la infección. En general una de las principales características de los virus es que producen un elevado número de descendientes, lo que unido a su capacidad de cambio mutacional dificulta o la mayoría de veces hace prácticamente imposible identificar individuos concretos. Por tanto, estas características

¹⁵ J. M. Butler, *Forensic DNA typing* (Burlington (MA), U.S.A.: Elsevier Academic Press (2005) y S. Krimsky y T. Simoncelli, *Genetic Justice* (N.Y.: Columbia University Press, 2011).

¹⁶ F. Mestres y J. Vives-Rego, "Justicia y ciencia: uniendo lo mejor de ambos mundos". *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología* Vol: 17-4, (2015):1-12. <http://criminnet.ugr.es/recpc/17/recpc17-04.pdf>

¹⁷ K. Servick, "Sizing us the evidence". *Science* Vol: 351, (2016): 1130-1132.

¹⁸ El ARN es un ácido nucleico similar al ADN.

parecen indicar que un estudio genético forense no sería adecuado. Pues precisamente estas características víricas pueden utilizarse en favor de la justicia para tratar de esclarecer algunos biocrímenes donde se han utilizado estos microorganismos. Desde los años sesenta del siglo pasado sabemos que los cambios en el material genético (mutaciones) se van acumulando a ritmo aproximadamente constante a lo largo del tiempo. Por tanto, cuantos más cambios observamos entre dos muestras víricas, es que más tiempo ha pasado desde que se diferenciaron a partir de un virus que era un antepasado común a ellos. Esta técnica recibe el nombre de 'reloj molecular' y con ella se puede reconstruir la historia evolutiva (o filogenia) de los organismos¹⁹. Nos gustaría presentar dos ejemplos sobre este rama particular de la Genética forense y como fue aceptada en los respectivos tribunales de justicia. El primer caso data de 1994. Durante una discusión un gastroenterólogo de Luisiana (U.S.A.) le inyectó a su exnovia una mezcla de virus VIH-1 (virus del SIDA) y HCV (virus de la hepatitis C)²⁰. Este 'cóctel' lo preparó a partir de virus que había extraído y purificado previamente de pacientes suyos. Se pudo realizar una buena investigación epidemiológica clásica del caso. El estudio del ADN sólo se efectuó sobre el virus VIH-1, y éste mostró la similitud de las secuencias de ADN víricas de la víctima respecto a las secuencias del paciente a partir del cual el médico había obtenido el virus. Los buenos estándares en el estudio del caso hicieron posible que esta información fuese aceptada por el tribunal. En concreto, las muestras se obtuvieron de manera correcta, la cadena de custodia posterior fue impecable y la repetición de los análisis en diferentes laboratorios universitarios de reconocido prestigio en el ámbito de la Virología dio un impulso notable a los resultados. La metodología empleada se sustentaba en protocolos experimentales de investigación científica y sus resultados habían sido publicados muchas veces en revistas especializadas del área. El tribunal también tuvo en cuenta que se realizaron controles adecuados (metodología propia de las ciencias experimentales) y que se calculó el error estadístico de los estudios realizados. La admisión de este procedimiento analítico fue un hecho crucial para el sistema judicial de los Estados Unidos. El segundo caso que presentamos tuvo una amplia repercusión en España. En 1998 se detectó un brote de hepatitis C en Valencia. Los estudios epidemiológicos clásicos indicaron como posible origen de la epidemia a un anestesista. En total se analizaron 4184 secuencias nucleotídicas que pertenecían a 322 pacientes y 44 individuos control. Con estos análisis se pudo atribuir al anestesista la infección de 275 de sus pacientes, mientras que se excluyeron 47 enfermos respecto a que dicho médico fuese el causante de la infección. Los análisis genéticos se realizaron de forma impecable por miembros del Instituto Cavanilles (Universitat de València) y del Centro de Investigación Biomédica en la Red de Epidemiología y Salud pública (CIBERESP). El tratarse de una práctica científica reconocida desde hacía muchos años y el hecho de que el protocolo experimental y de los análisis matemáticos y estadísticos fuesen impecables hicieron posible que el tribunal admitiese este estudio para resolver el caso²¹.

¹⁹ Para más detalles sobre este tema recomendamos la lectura de: A. Fondevila y A. Moya, *Evolución. Origen, adaptación y divergencia de las especies* (Madrid: Ed. Síntesis, 2003) y C. Benito y F. J. Espino, *Genética. Conceptos esenciales* (Madrid: Ed. Médica Panamericana, 2012).

²⁰ M. L. Metzker; D. P. Mindell; X. -M. Liu; R. G. Ptak; R. A. Gibbs y D. M. Hillis, "Molecular evidence of HIV-1 transmission in a criminal case". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol: 99 (2002): 14292-14297.

²¹ Para más información sobre el caso se puede consultar a: F. González-Candelas, "La Evolución en los tribunales. Aplicaciones forenses de las filogenias moleculares". *Mètode Science Studies Journal* Vol: 4 (2010): 109-115. F. González-Candelas, M. A. Bracho; B. Wróbel y A. Moya, "Molecular evolution in court: analysis of a large hepatitis C virus outbreak from an evolving source" *BMC Biology* Vol: 11 (2013): 76.

4.- Valor de las pruebas basadas en el ADN

Ya hemos visto que desde que la Genética forense empezó a utilizar el ADN los medios de comunicación le dieron una gran cobertura mediática. Las obras literarias, de cine o de televisión presentan muchas veces el ADN como elemento clave para resolver toda una serie de situaciones criminales. Pero se debe recordar que las pruebas del ADN deben interpretarse siempre de forma correcta, pues de lo contrario pueden generar errores con graves repercusiones para las personas²². Además, debemos aspirar siempre a determinar cuál es su justo valor jurídico²³. En los casos criminales clásicos (asesinatos, secuestros, robos, etc.) la prueba de ADN nos informará, con un cierto porcentaje de error, de a quién pertenece un vestigio biológico (una muestra de sangre, semen, saliva, etc.). En cambio no nos dará información respecto a porque estaba en aquel cuerpo, objeto o superficie. Tratar de responder a esta pregunta corresponde, si es posible, a otra especialidad forense. Desde luego, el ADN no nos responderá al tercer y último nivel: ¿el acusado puede ser considerado culpable? La respuesta a esta pregunta corresponde únicamente al juez o, si fuese el caso, al jurado.

Es muy importante tener presente que la Genética forense trabaja en conjunción con las otras especialidades de la forensia. Todas ellas actuando en grupo pueden aportar una información muy valiosa para la decisión que tome el juez (o el jurado). Fijémonos como en los casos presentados de los biocrímenes los estudios epidemiológicos clásicos fueron muy importantes. Respecto a los requerimientos que deben cumplir las personas responsables de analizar las muestras de ADN, de redactar los correspondientes informes y prestar declaración, nos remitimos a un trabajo previo²⁴. Sin embargo queremos insistir en un tema que aparece repetidamente: el de los principios éticos que inexcusablemente debe cumplir el forense profesional²⁵.

5.- La Justicia y la forensia medioambiental

Las instituciones académicas, organismos públicos, la prensa y la ciudadanía observan y denuncian reiteradamente la degradación de la Naturaleza por la acción directa o indirecta del hombre. En consecuencia, la protección del medio ambiente ha dejado de ser una causa exclusivamente defendida por grupos ecologistas o sectores más o menos marginales y se ha convertido en una tarea que concierne a toda sociedad avanzada. Aunque esta situación ha activado todos los mecanismos posibles de protección y prevención, tanto jurídicos como extrajurídicos, no hay ninguna duda de que al Derecho le corresponde un papel fundamental de salvaguarda de la Naturaleza y de hacer compatible su cuidado con el desarrollo de la sociedad. En este sentido, las acciones protectoras jurídicas han utilizado tanto el Derecho administrativo como el penal a través de un amplio desarrollo de regímenes de sanciones y con la creación de tipos delictivos penales específicos. La evidencia aportada por expertos o peritos constituye un elemento clave en

²² D. Starr, "When DNA is lying", Science Vol: 351 (2016): 1133-1136.

²³ J. Nieva-Fenoll, "Algunas sugerencias acerca de la práctica y valoración de la prueba del perfil de ADN". La Ley Penal Vol: 9 (2012): 17-26.

²⁴ F. Mestres y J. Vives-Rego, "Justicia y ciencia: uniendo lo mejor de ambos mundos". Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología Vol: 17-4, (2015):1-12. <http://criminnet.ugr.es/recpc/17/recpc17-04.pdf>

²⁵ A este respecto recomendamos un artículo muy reciente: J. Melinek, "Ethics and the forensic expert: What would you do?" Forensic Magazine (2016), 3 March 2016. <http://www.forensicmag.com/articles/2016/03/ethics-and-forensic-expert-what-would-you-do>

los litigios ecológicos, constituyéndose en la “*regina probatorum*”. Es por tanto justo y necesario que a las personas cualificadas por su habilidad, conocimientos, formación o experiencia, se les permita testificar para ayudar a los Tribunales a entender la evidencia aportada o determinar los hechos o los riesgos²⁶ que puedan constituir un delito.

6.- Impacto social de la pericia ambiental

El desarrollo y preparación de grupos de expertos forenses ambientales va más allá de satisfacer una necesidad de los Tribunales. Los litigios en dicho ámbito inciden de manera importante en la percepción pública de los temas ambientales y ecológicos (cuestión por otro lado también extrapolable a otras áreas de la ciencia forense). Esta incidencia se dirige a dos estamentos diferentes: a la ciudadanía y al mundo de la empresa. Al darse cuenta, tanto las empresas como los ciudadanos, que la justicia puede detectar, valorar, perseguir, enjuiciar y sancionar actitudes y actos que perjudican al medio ambiente, sus actuaciones y actitudes cambian tanto por la propia difusión e impacto social de esas situaciones como por su efecto disuasorio. Sin lugar a duda, la Justicia a través de la ciencia forense, potencia las prácticas que favorezcan el medio ambiente y lo protejan, impidiendo por tanto que los daños ecológicos se incrementen. En este sentido si la sociedad, vía ciudadanía, entidades comerciales e instituciones públicas, son conscientes de la existencia de un amplio, eficaz y honesto grupo de forenses ambientales, capacitados para detectar, diagnosticar y evaluar los daños ecológicos, toda la sociedad adoptará mejores actitudes y comportamientos ambientales que sin duda frenarán o reducirán los atentados a la Naturaleza.

Se hace necesario, por tanto, que la admisibilidad de los dictámenes y peritos en litigios ambientales esté regulada por normas y procedimientos de selección que garanticen que la pericia ambiental practicada se base en: 1) suficientes hechos y datos; 2) teorías y métodos científicos fiables; 3) que la aplicación de teorías y métodos científicos sea veraz y segura; 4) que los aspectos fundamentales de la pericia practicada sean comprensibles para el Tribunal, el jurado y el público en general.

7.- Ética y praxis del forense ambiental

La razón única y función básica del experto en pericia ambiental es la de ayudar al Tribunal a entender y evaluar los daños y riesgos ecológicos que son la consecuencia de los hechos reflejados en las actuaciones judiciales. Este planteamiento profundamente deontológico implica que el experto debe excluir en su dictamen todos aquellos datos, evaluaciones y opiniones que no puedan ser utilizados por los jueces para comprender y evaluar los hechos encausados. Los Tribunales no son el lugar de debate o confrontación científica y por supuesto no es el lugar para exhibir o demostrar la excelencia del experto. Lo que el Tribunal necesita saber no es ni más ni menos que aquellos elementos científicos que se han probado siguiendo los principios de transparencia. Dicha transparencia en los

²⁶ La evaluación de los riesgos en el delito ecológico cuenta con una serie de métodos específicos, que se describen en: J. Vives-Rego, “Metodologías forenses en la evaluación del riesgo y del daño en el delito ecológico: aspectos técnicos y periciales”. Ecosostenible Vol: 18-19 (2006): 42-51.

Tribunales que dirimen litigios ambientales o ecológicos implica que puedan cumplirse los siguientes requisitos²⁷:

- 1.- Que lo que se diga verbalmente o por escrito en la vista oral pueda ser entendido por no expertos.
- 2.- Que lo que se aporte en forma de técnicas, datos y principios científicos esté disponible en fuentes de información públicas.
- 3.- Los informes y las declaraciones públicas periciales no deben utilizarse para malinterpretar, ensombrecer o descartar las pruebas comprobadas y sólidas aportadas por las partes.
- 4.- No es moralmente ni ontológicamente admisible que la terminología científica se utilice para confundir o desorientar al público o al Tribunal.

La transparencia de las periciales en los litigios ambientales debe contemplarse como la capacidad para exponer de manera efectiva ante los tribunales en el sentido de que sean comprensibles no solo por estos, sino también por los jurados. En este sentido, un típico ejemplo lo constituyen los científicos cualificados y de autoridad internacional indiscutible, pero que no son peritos adecuados al no ser capaces de explicar con claridad y llaneza los aspectos científicos de la causa al tribunal o al jurado.

8.- Justicia y ciencia ante el reto de la paradoja alimentaria contemporánea²⁸

La expresión "paradoja alimentaria contemporánea" hace referencia al hecho de que en la actualidad más de un tercio de los alimentos en todo el planeta se desperdician²⁹ al tiempo que unos 800 millones de personas sufren malnutrición extrema. Más allá de la terrible contradicción de esta situación y la congoja que nos produce, son obvias las implicaciones económicas y ecológicas. La pérdida económica es enorme y a la vez esos alimentos desperdiciados generan residuos y contaminan aguas y suelos. Pero también son innegables los aspectos éticos y de justicia social asociados. Tras los datos de malnutrición, aparecen los dramas de la muerte infantil prematura y de sus madres y el deficiente desarrollo físico y mental de la juventud. Todas estas personas, miembros de "nuestra familia humana", nos obligan a reconocer y proteger su dignidad y sus derechos inalienables, sobre todo teniendo en cuenta que hoy día se producen suficientes alimentos para sostener a toda la humanidad. A pesar de ello, sigue habiendo gente con hambre y

²⁷ Extraído de: J. Vives-Rego, "A scientific service at the service of Justice and society", *Environmental Forensics* 5 (2004): 123-124.

²⁸ Un análisis actual y transversal de los aspectos jurídicos, económicos, sociales, educativos, ecológicos y tecnológicos de la paradoja alimentaria actual se hace en: L. Escajedo San-Epifanio y M. De Renobales-Scheifler (eds.). *Envisioning a future without food waste and food poverty: Societal challenges* (Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2015).

²⁹ A los efectos de este trabajo consideramos suficiente la definición de desperdicio alimentario como aquel alimento que potencialmente puede nutrir a los humanos directa o indirectamente y que tanto por procesos de deterioro, como por despropósitos comerciales o domésticos, no puede aprovecharse como alimento, siendo vertido a la Naturaleza (ríos, mares, fosas sépticas, vertederos, etc.) o convertido en basura. Téngase en cuenta que muchos "alimentos" son utilizados para alimentar a animales, para que estos a su vez sirvan de alimento a los humanos (nutrición indirecta). Esta situación no se considera un desperdicio a efectos de la paradoja alimentaria.

malnutrición incluso en los países desarrollados, en los que es un hecho habitual tirar a la basura alimentos aptos para el consumo, como consecuencia de la selección de calidades y descartes resultantes de las demandas e imposiciones del mercado. Resolver esta paradoja es uno de los grandes retos del siglo XXI y es obvia la urgente necesidad de reducir los desperdicios alimentarios³⁰. La resolución de esta paradoja, pasa por una acertada combinación del Derecho y los adelantos científicos y tecnológicos que garanticen la producción de alimentos y que los preserven hasta que alcancen las mesas de los comensales en todos los rincones del mundo. Cada año aparecen nuevos métodos para producir más alimentos con menos consumo de agua, energía y abonos. Los avances en la protección del alimento una vez producido y en su distribución segura hasta los centros de comercialización y su posterior consumo en los hogares, no paran de progresar. Sin embargo, la investigación jurídica sobre el tema se está haciendo esperar, muy posiblemente debido a la enorme complejidad del Derecho Alimentario³¹ a pesar de lo que ya se está estudiando en la Unión Europea³². Entendemos que los mecanismos que adopten la forma de obligaciones jurídicas no sólo deben contribuir a la resolución del problema, sino que la correcta conjunción de Justicia y Ciencia en este lacerante tema, ha de ser de gran eficacia para resolver esta lacra impropia del siglo XXI. Sin lugar a dudas, estas actuaciones necesarias a nivel jurídico y científico se complementarán con otras actuaciones en los ámbitos de educación, concienciación, promoción e incentivos económicos.

Creemos que debería concebirse como una obligación general, la reducción del desperdicio alimentario, que recaería en cualquiera que tuviese la posibilidad de impedir el despilfarro de los alimentos. Esta obligación debería estar dirigida a todas las personas, indistintamente de que se trate de productores, comerciantes o consumidores finales. Una

³⁰ Las referencias bibliográficas sobre la necesidad urgente de reducir el desperdicio alimentos son muchas y diversas. Ver por ejemplo: B. Grizzetti; U. Pretato; L. Lassaletta; G. Billen y J. Garnier, "The contribution of food waste to global and European nitrogen pollution". *Environmental Science and Policy* Vol: 33 (2013):186–195. K. Abeliotis; C. Chroni; A. Kyriacou y K. Lazaridi, "Food waste within households: A review on the generated quantities and potential for prevention", Harokopio University (Greece), 2014. http://athens2014.biowaste.gr/pdf/abeliotis_chroni_et_al.pdf. I. Boto; R. Biasca y F. Brasesco "Lutter contre le gaspillage alimentaire en temps de crise". Bureau de Bruxelles du CTA, 2012. <http://brusselsbriefings.net.2value-test.nl/wp-content/uploads/2013/02/r22fr.pdf>. C. Cederberg; J. Gustavsson y U. Sonesson, "Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde" (Rome (Italy) FAO, 2012). R. J. Hodges; J. C. Buzby y B. Bennett, "Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: opportunities to improve resource use", *Journal of Agricultural Science*, Vol: 149 (2011) Sup. S1: 37-45. R. Kakitani; T. I.; Fukushima, F. Da Silva y E. T. Shiino, "Desperdício de alimento no pré-preparo e pós-preparo em um refeitório industrial", *Revista Ciências do Ambiente On-Line*, Vol: 10 (2014): 30-35 <http://www2.ib.unicamp.br/revista/be310/index.php/be310/article/viewFile/407/328>. B. Lipinski; C. Hanson; J. Lomax; L. Kitinoja; R. Waite y T. Searchinger, "Reducing food loss and waste" *World Resources Institute*, 2013 <http://unep.org/wed/docs/WRI-UNEP-Reducing-Food-Loss-and-Waste.pdf>. Rateringer, T., "Food Losses in the Selected Food Supply Chains", 140th EAAE Seminar. Perugia (Italy), http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/163345/2/Paper_FoodLosses_TR.pdf. M. M. Rutten, "What economic theory tells us about the impacts of reducing food losses and/or waste: implications for research, policy and practice", *Agriculture & Food Security* Vol: 2 (2013) 1-13 <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/2048-7010-2-13.pdf>.

³¹ Para tener una aproximación estrictamente jurídica a los problemas planteados al Derecho Alimentario contemporáneo, sugerimos la obra: L. González-Vaqué (coordinador). *Lecciones de Derecho Alimentario 2015-2016* (Madrid: Thomsom Reuteurs Aranzadi, 2015).

³² L. González-Vaqué, "Food loss and waste in the European Union: A new challenge for the food law?" *European Food and Feed Law Review* Issue 1 (2015): 20-33.

buena parte del desperdicio ocurre en los hogares de las sociedades avanzadas. En los países en vías de desarrollo, el desperdicio mayoritario tiene lugar en las etapas de producción, distribución y almacenamiento. Estos aspectos indican claramente que la intervención del Derecho debe hacerse con gran cautela cuando afecte a la libertad más íntima de los individuos y familias. En estos casos entendemos que la Ley debería dirigirse a desarrollar medidas de educación, concienciación e incentivos de tipo económico. Por otro lado entendemos que es fundamental establecer normativas dirigidas a los productores, fabricantes, distribuidores y comerciantes de alimentos. Son estas entidades las que deberían ser responsables del establecimiento y aplicación de las medidas preventivas del desperdicio.

Para ello deben definirse normas, protocolos y procedimientos que mejoren la seguridad alimentaria a partir de la íntima colaboración entre empresas del sector, científicos y legisladores. En este punto un debate inevitable es si la obligación jurídica debe ser “de medios” o “de resultados” o quizás alguna categoría intermedia. La magnitud humana, moral, económica y social del problema nos obliga a reaccionar. Aunado a otras medidas y avances tecnocientíficos, el Derecho puede contribuir de manera importante a reducir el desperdicio alimentario. Hasta hace poco tiempo, el alimento ha sido concebido por el Derecho como un bien mueble, pero a partir del actual estado de cosas debería ser entendido como un bien que no puede ser de uso antojadizo ni utilizado como arma económica o política. Más allá de las poderosas reglas que rigen el comercio y la política, vislumbramos unas reglas en las que los objetivos más importantes sean el ser humano y su bienestar. Deseamos acabar este apartado parafraseando a Alan Key cuando dijo “la mejor manera de predecir el futuro es inventándolo”³³, dicho lo cual, nos atrevemos a aseverar que con la Justicia y la Ciencia podemos construir el mundo al que aspiramos.

9.- Factores a considerar en la admisibilidad de la pericia

En primer lugar deseamos recalcar que en el análisis de la admisibilidad de las periciales, las autoridades competentes de la Administración de Justicia deben proporcionar a profesionales jurídicos y extrajurídicos una lista de factores no exclusivos en forma de observaciones generales y que puedan ser utilizados para analizar y determinar por los jueces la veracidad y precisión de la prueba científica. Dentro de este tipo de factores o criterios destacamos los cinco siguientes³⁴:

- 1.- Si las técnicas y teorías científicas utilizadas para obtener datos y conclusiones han sido aplicadas previamente.
- 2.- Si las técnicas y teorías científicas utilizadas para obtener datos y conclusiones han sido publicadas en revistas científicas o técnicas reconocidas y de uso regular en la praxis científica, industrial o profesional.

³³ <http://www.brainyquote.com/quotes/quotes/a/alankay100831.html>

³⁴ Un estudio más detallado de estos factores se puede encontrar en: M. Corcoy y J. Vives-Rego, “La evaluación del riesgo y del impacto (o daño) en el delito ecológico: aspectos jurídicos y forenses”, *Revista del Poder Judicial* Vol: 83 (2006): 91-128. y en: J. Nieva-Fenoll; J. Vives-Rego y M. Corcoy, “Eficacia y admisibilidad de la prueba pericial en el enjuiciamiento de delitos contra el medio ambiente. *Diario La Ley* Vol: 27, N° 6551, (2006): 1-9.

3.- Aportar información sobre el posible grado o nivel de error y también el nivel o gradación de variabilidad e incertidumbre de los datos obtenidos por la citada técnica o teoría científica. La valoración de la variabilidad e incertidumbre en los datos y estudios científicos son imprescindibles para emitir una opinión o juicio científico y también para tomar decisiones tanto jurídicas como políticas.

4.- Si las técnicas utilizadas se han aplicado según los estándares y normas de calidad vigentes.

5.- Si las técnicas y teorías científicas utilizadas para obtener datos y conclusiones son relevantes y están generalmente aceptadas por la comunidad científica internacional.

Creemos que la utilización de estos principios generales debe hacerse de modo flexible de acuerdo a las circunstancias. Otro elemento a considerar son los criterios por los cuales un perito pueda ser aceptado como tal en el proceso. Dichos criterios deben ser sencillos y aplicables con flexibilidad, siendo básicos los siguientes: titulación académica superior, experiencia forense, habilidades y experiencia profesional. Cabe precisar que el hecho de que un experto esté en posesión de un determinado título no implica su aceptación automática, sino que debe existir además una mínima competencia específica en la materia a evaluar y en su capacidad para transmitir a los tribunales su dictamen. Por otro lado, en ciertas especialidades de carácter técnico, el no estar en posesión de un título o grado superior universitario, no implica que el experto deba ser automáticamente excluido. Los conocimientos o habilidades reales (aunque carezcan de su acreditación por títulos universitarios) pueden ser utilizados en forensia siempre y cuando no entren en contradicción con la Ciencia en general ni con datos específicos obtenidos a través del método científico.

La combinación de los factores no excluyentes y los criterios de aceptación de los expertos deben conducir a que la pericial arroje un resultado que cumpla tres requisitos:

A. Se base en suficientes hechos y datos.

B. Sea la consecuencia de aplicar principios y métodos científicos veraces y seguros.

C. Que los principios y métodos científicos aplicados sean adecuados a los hechos propios del caso.

Agradecimientos

Es un honor y un verdadero placer para nosotros aceptar la invitación de los editores de la Revista Inclusiones del Campus Santiago de la Universidad de Los Lagos en Chile, para contribuir al volumen dedicado a homenajear al ilustre Dr. Eugenio Raúl Zaffaroni, eminente abogado, criminólogo, académico, jurista, político y defensor de los derechos humanos.

Algo que humildemente nos hace sentir identificados con la labor del Dr. Eugenio Raúl Zaffaroni es el hecho de que toda nuestra trayectoria académica se ha desarrollado como funcionarios al servicio de instituciones públicas de España y de la Unión Europea. Más allá de que la ciencia contribuye de manera crucial al desarrollo económico y al bienestar humano, entendemos que también debe hacerlo respecto a la Justicia. No hay

mejor recompensa moral que poner nuestras menores pero denodadas aportaciones científicas al servicio de la Administración de la Justicia, de la ciudadanía y la sociedad planetaria. La inquebrantable dedicación del Dr. Eugenio Raúl Zaffaroni a la justicia y a los derechos humanos es un ejemplo para la sociedad y las futuras generaciones de este mundo global y globalizante. Seguir su indeleble estela, sin duda nos permitirá contribuir a la consecución de un mundo mejor.

Bibliografía

Abeliotis, K.; Chroni, C.; Kyriacou, A. y Lasaridi, K. "Food waste within households: A review on the generated quantities and potential for prevention", Harokopio University (Greece), 2014. http://athens2014.biowaste.gr/pdf/abeliotis_chroni_et_al.pdf

Adam, C. Mathematics and Statistics for Forensic sciences. Chichester, U.K.: Wiley-Blackwell, 2010.

Ayala, F. J. "Junk science and DNA typing in the Courtroom", Contention, Vol. 2 (1993): 45-60.

Ayala, F. J. y Black, B. "Decision will lead to improvement in courts' screening of scientific evidence", Vol: 21 Prod. Safety & Liab. Rep. (BNA) No. 30, at 28 (1993a): 28-32.

Ayala, F. J. y Black, B. "Science in the Courts". American Scientist, Vol. 81 (1993b): 230-239.

Benito, C. y Espino, F. J. Genética. Conceptos esenciales. Madrid: Ed. Médica Panamericana, 2012.

Boto, I. ; Biasca, R. y Brasesco, F. "Lutter contre le gaspillage alimentaire en temps de crise". Bureau de Bruxelles du CTA, 2012. <http://brusselsbriefings.net.2value-test.nl/wp-content/uploads/2013/02/r22fr.pdf> .

Butler, J. M. Forensic DNA typing. Burlington (MA), U.S.A.: Elsevier Academic Press, 2005.

Cederberg, C., Gustavsson, J. y Sonesson, U. "Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde". Rome, Italy: FAO, 2012.

Corcoy, M. y Vives-Rego, J. "La evaluación del riesgo y del impacto (o daño) en el delito ecológico: aspectos jurídicos y forenses", Revista del Poder Judicial Vol: 83 (2006) 91-128.

Escajedo San-Epifanio, L. y De Renobales-Scheifler, M. (eds.). Envisioning a future without food waste and food poverty: Societal challenges. Wageningen, Holanda: Wageningen Academic Publishers, 2015.

Fontdevila, A. y Moya, A. Evolución. Origen, adaptación y divergencia de las especies. Madrid: Ed. Síntesis, 2003.

González-Candelas, F. "La Evolución en los tribunales. Aplicaciones forenses de las filogenias moleculares". Métode Science Studies Journal Vol: 4 (2010): 109-115.

González-Candelas, F., Bracho, M.A., Wróbel, B. y Moya, A.. “Molecular evolution in court: analysis of a large hepatitis C virus outbreak from an evolving source” *BMC Biology* Vol. 11 (2013): 76.

González-Vaqué, L. (coordinador). *Lecciones de Derecho Alimentario 2015-2016*. Madrid, España: Thomson Reuters Aranzadi, 2015.

González-Vaqué, L. “Food loss and waste in the European Union: A new challenge for the food law?” *European Food and Feed Law Review* Issue 1 (2015): 20-33.

Grant, B. “HIV scientist pleads guilty to fraud”, *The Scientist* (2015) <http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/42285/title/HIV-Scientist-Pleads-Guilty-to-Fraud/>

Grant, B. “Fraudulent paper pulled”, *The Scientist* (2016) <http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/44986/title/Fraudulent-Paper-Pulled/>

Grizzetti, B.; Pretato, U.; Lassaletta, L.; Billen, G. y Garnier, J. “The contribution of food waste to global and European nitrogen pollution”. *Environmental Science and Policy* Vol. 33 (2013):186–195.

Houck, M. M. y Siegel, J. A. *Fundamentals of Forensic science*. Burlington (MA), U.S.A.: Elsevier Academic Press, 2006.

Hodges, R. J.; Buzby, J. C. y Bennett, B. "Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: opportunities to improve resource use", *Journal of Agricultural Science*, Vol. 149 (2011) Sup. S1: 37-45.

Imwinkelried, E.J. “Forensic Science: The Second prong of the Daubert test: Disturbing implications of two recent civil cases”, Vol. 33 *Criminal Law Bulletin*, 570 Nov.-Dec. (1997). Jobling; M.A. y Gill, P. “Encoded evidence: DNA in forensic analysis”, *Nat. Rev. Genet.* Vol. 5 (2004): 739-751.

Kakitani, R.; Fukushima, T. I.; Da Silva, F. y Shiino, E. T. “Desperdício de alimento no pré-preparo e pós-preparo em um refeitório industrial”, *Revista Ciências do Ambiente On-Line* Vol: 10 (2014): 30-35. <http://www2.ib.unicamp.br/revista/be310/index.php/be310/article/viewFile/407/328>

Kaye, D. H. *The double helix and the law of evidence*. Cambridge (MA), U.S.A.: Harvard University Press, 2010.

Krimsky, S. y Simoncelli, T. *Genetic Justice*. N.Y.: Columbia University Press 2011.

Lipinski, B.; Hanson, C.; Lomax, J.; Kitinoja, L.; Waite, R. y Searchinger, T. “Reducing food loss and waste”. *World Resources Institute*, 2013. <http://unep.org/wed/docs/WRI-UNEP-Reducing-Food-Loss-and-Waste.pdf>

Luca, S. de, Navarro, F. y Cameriere, R. “La prueba pericial y su valoración en el ámbito judicial español”. *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología* Vol. 15-19 (2013):1-14. <http://criminnet.ugr.es/recpc/15/recpc15-19.pdf>

Lucy, D. Introduction to Statistics for Forensic Sciences. Chichester, U. K.: John Wiley and Sons, 2005.

Lynch, M. y McNally, R. "Science, common sense and common law: courtroom inquires and the public understanding of science". Social Epistem. Vol. 13 (1999): 183-196.

Melinek, J. "Ethics and the forensic expert: What would you do?". Forensic Magazine 3rd March 2016. <http://www.forensicmag.com/articles/2016/03/ethics-and-forensic-expert-what-would-you-do>

Mestres, F y Vives-Rego, J. "La Genética forense: entre la tecnociencia y la imaginación", Ludus Vitalis Vol. 17 (2009a): 447-450.

Mestres, F. y Vives-Rego, J. "La utilización forense de la huella genética (secuencia del ADN o ácido desoxirribonucleico): aspectos científicos, periciales, procesales, sociales y éticos", La Ley Penal Vol. 61 (2009b): 46-61.

Mestres, F. y Vives-Rego, J. "Justicia y ciencia: uniendo lo mejor de ambos mundos", Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología Vol. 17-04, (2015):1-12. <http://criminnet.ugr.es/recpc/17/recpc17-04.pdf>

Metzker, M. L.; D. P. Mindell; D. P.; Liu, X.-M.; Ptak, R. G.; Gibbs, R. A. y Hillis, D. M. "Molecular evidence of HIV-1 transmission in a criminal case". Proc. Natl. Acad. Sci. USA Vol. 99 (2002): 14292-14297.

Michaelis, R. C.; Flanders jr.; R. G. y Wulff, P. H. A litigator's guide to DNA. From the laboratory to courtroom. Burlington (MA), U.S.A.: Elsevier Academic Press, 2008.

Neuberger, D. "Stop needless dispute of science in the courts". Nature Vol. 531(2016): 9.

Nieva-Fenoll, J.; Vives-Rego, J. y Corcoy, M. "Eficacia y admisibilidad de la prueba pericial en el enjuiciamiento de delitos contra el medio ambiente", Diario La Ley Vol. 27, n. 6551, (2006): 1-9.

Nieva-Fenoll, J. "Algunas sugerencias acerca de la práctica y valoración de la prueba del perfil de ADN". La Ley Penal Vol. 9 (2012): 17-26.

Ratinger, T., "Food Losses in the Selected Food Supply Chains", 140th EAAE Seminar. Perugia (Italy), http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/163345/2/Paper_FoodLosses_TR.pdf

Rutten, M. M. "What economic theory tells us about the impacts of reducing food losses and/or waste: implications for research, policy and practice", Agriculture & Food Security Vol. 2 (2013): 1-13 <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/2048-7010-2-13.pdf>

Servick, K. "Sizing us the evidence", Science Vol. 351 (2016): 1130-1132.

Starr, D. "When DNA is lying", Science Vol. 351 (2016): 1133-1136.

Vives-Rego, J. "A scientific service at the service of Justice and society", Environmental Forensics Vol. 5 (2004): 123-124.

Vives-Rego, J. “Metodologías forenses en la evaluación del riesgo y del daño en el delito ecológico: aspectos técnicos y periciales”. Ecosostenible Vol. 18-19 (2006): 42-51.

Para Citar este Artículo:

Mestres Naval, Francesc y Vives-Rego, Josep. Justicia y ciencia: avanzando juntas para construir un mundo mejor. Rev. Incl. Vol. 3. Num. 2, Abril-Junio (2016), ISSN 0719-4706, pp. 10-27, en <http://www.revistainclusiones.cl/articulos/vol-3-num-abril-junio-2016/1-oficial-vol-3-num-2-abr-jun-2016-dr.-francesc-mestres---naval-y-dr.-josep-vives-rego.pdf>

Las opiniones, análisis y conclusiones del autor son de su responsabilidad y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Inclusiones**.

La reproducción parcial y/o total de este artículo debe hacerse con permiso de **Revista Inclusiones**.