

“Objetividad científica” y sesgos en la toma de decisiones jurídicas: los casos de genética forense y de algoritmos

“Scientific objectivity” and biases in forensic genetics

ROBERTO CIPPITANI¹ , ANTONELLA MIRABILE²  Y MARTINA ONOFRI³ 

RESUMEN

La “objetividad” y “neutralidad” de la ciencia pueden conducir a la discriminación y a la violación de derechos fundamentales de las personas. Para evitarlo, es necesario respetar algunos principios en el uso de la ciencia como base de decisiones de relevancia jurídica, como emerge en el caso de la genética forense y de la inteligencia artificial.

Palabras clave: Genética forense, metodología científica, inteligencia artificial, derechos humanos.

ABSTRACT

“Objectivity” and “neutrality” of science can lead to discrimination and the violation of people’s fundamental rights. To avoid this, it is necessary to respect some principles in the use of science as a basis for decisions of legal relevance, as it emerges in the cases of genetics forensics and artificial intelligence.

Keywords: Forensic genetics, scientific methodology, artificial intelligence, human rights.

¹ Catedrático de Bioderecho y catedrático “Jean Monnet” en la Università degli Studi di Perugia, Departamento de Medicina y Cirugía; coordinador académico del Centro de Excelencia “Rights and Science” en el período 2015-2018; investigador asociado al Consejo Nacional de Investigación (CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche - IFAC); profesor titular del Instituto de Estudios Superiores en Derecho Penal (INDEPAC), México. Correo: roberto.cippitani@unipg.it

² Abogada, doctora en Derecho Administrativo e investigadora de la Università degli Studi di Perugia en el Departamento de Derecho y en el Centro de Excelencia “Rights and Science” de la misma Universidad. Correo: avv.antonellamirabile@gmail.com

³ Biotecnóloga forense egresada de la Università degli Studi di Perugia. Correo: martina_onofri@libero.it

1. “Objetividad” y “Neutralidad” de la ciencia

A partir del siglo XV se implementaron importantes transformaciones económicas, sociales y culturales, entre las cuales cabe destacar la difusión de la filosofía de la ilustración y la afirmación del método científico (Aguiló, 2009), basado en la observación de los fenómenos y en la formulación de hipótesis a través de un discurso riguroso (normalmente matemático).

En nuestra época, el método científico es la forma universal y dominante de conocimiento que se transmite en todos los niveles de la enseñanza (Blachowicz, 2009; Andersen y Hepburn, 2015).

Da la impresión de que, durante la aplicación del método científico, los investigadores siguen un rígido conjunto de reglas que lleva a juicios asépticos y rigurosos sobre el mundo que no deja lugar a influencias personales.

A pesar de los desacuerdos filosóficos y científicos, y de los nuevos desarrollos metodológicos (Andersen y Hepburn, 2015), el método científico se considera verdadero, objetivo y neutral, distinto por eso de otras formas de conocimiento.

La objetividad es una característica ideal de las “afirmaciones, métodos y resultados científicos” (Reiss y Sprenger, 2014), que confiere autoridad y fiabilidad a la ciencia en la sociedad, porque, si se alcanza un resultado observando las directrices universalmente reconocidas, entonces debe ser cierto.

Además, desde la perspectiva de la sociedad, se opina que la ciencia sea “neutra” y “no responsable” de sus resultados (Morin, 1990), ya que las perspectivas, objetivos y motivaciones personales no deben y no pueden alterar la actividad de investigación.

De hecho, es muy popular en la comunidad científica la idea de que la ciencia sea independiente del contexto social y político en que se enmarca, con el imperativo único de “saber para saber” (Morin, 1990). Por eso, como afirmó provocativamente Heidegger, “la ciencia no piensa”, lo que significa que se protege a sí misma en una “cómoda reserva” (Vattimo y Zucchetti, 2016).

Según los científicos, es la política la que impone límites al flujo de la creatividad científica pura y desinteresada por sus finalidades a menudo “perversas” (Morin, 1990).

Sin embargo, hoy en día, la ciencia tiene una importancia que va más allá del conocimiento del mundo y por lo tanto tiene relevancia en otras esferas de la sociedad, como el derecho.

En particular, la objetividad de la ciencia es muy útil cuando se debe tomar una decisión de naturaleza jurídica, especialmente cuando un juez tiene que resolver una disputa o decidir si una persona es culpable.

Eso se ve en muchos ámbitos, como en el masivo uso de la inteligencia artificial en los procesos administrativos.

Entre las disciplinas científicas que tienen un papel importantísimo en el ámbito jurídico en nuestra época se puede considerar la ciencia forense, es decir, el conjunto de las metodologías y de las tecnologías científicas multidisciplinarias aplicadas a las investigaciones penales (Morgan, 2017).

En la actualidad, el sistema de justicia penal se basa en gran medida en la ciencia forense que se considera como el instrumento para identificar la verdad debido a la base científica de las disciplinas implicadas (Sánchez-Rubio, 2019; Dror, McCormack & Epstein, 2015). Especialmente las pruebas genéticas se

consideran indiscutibles, permitiendo identificar y condenar a los autores de un crimen y exonerar a los condenados injustamente.

El presente artículo quiere investigar cuáles son las consecuencias de la idea de “objetividad” y de “neutralidad” de la ciencia cuando la misma se utiliza como base para tomar decisiones en el ámbito del discurso jurídico, considerando como ejemplo el uso de las técnicas de investigación genética en los procedimientos judiciales.

2. Riesgos epistémicos, sesgos cognitivos y otros límites metodológicos a la objetividad de la ciencia

En términos generales, la cuestión de la objetividad de la ciencia es un problema de naturaleza epistemológica (Fraedrich, 2001).

Desde ese punto de vista, se puede observar que toda actividad de investigación científica está sujeta al “riesgo epistémico” (Biddle y Kukla, 2017), es decir, “cualquier riesgo de error epistémico que surja en cualquier lugar durante las prácticas de conocimiento” (Biddle y Kukla, 2017, 218) que son muy difíciles de evitar, tanto de forma subjetiva como colectiva por la naturaleza misma del conocimiento de los seres humanos como “agentes epistémicos” (Koskinen, 2020).

De hecho, los investigadores cuando están creando hipótesis, haciendo suposiciones, razonando y elaborando soluciones no pueden no estar sujetas a su propia psicología, a su ideología y a su entorno sociológico (Mannan, 2018), así como a “los valores morales, personales, sociales, políticos y culturales” (Reiss y Spenger, 2014), que son factores que tienen un impacto significativo en el pensamiento.

Los valores y el más amplio contexto en el que actúa el investigador y el profesional configuran la manera de como se observa el mundo (Bar, 2004; Schwartz y otros, 2007; Meeren y otros, 2005). Así, un objeto puede ser percibido de forma diferente por la misma persona según el contexto y el mismo objeto puede plantear problemas diferentes a diversos científicos (Toulmin, 1972; Mannan, 2018).

El contexto impacta sobre el trabajo del investigador por lo menos en tres niveles: i) la elección de un problema de investigación científica; ii) la recopilación de pruebas; iii) la aceptación de las teorías científicas como explicación y solución del problema basado en las pruebas (Reiss y Sprenger, 2014; Weber, 2017; Popper, 1959; para un análisis en profundidad del efecto del contexto social en la producción de conocimiento científico sugerimos Beard, 2015). Además, el contexto influye sobre el nivel más general cuando el conocimiento es compartido con la comunidad científica, contribuyendo a una forma particular de ver el mundo, es decir a una teoría científica o, según la definición de Kuhn (1970), a un paradigma como marco para comprender el mundo, basado en normas y reglas comúnmente aceptadas por la comunidad científica y transmitidas de una generación de estudiosos a otra.

La influencia del contexto sobre el conocimiento científico en diferentes tipos de sesgos cognitivos, definidos inicialmente por Tversky y Kahneman (1974) y luego estudiados en relación con diversos campos como la psicología y la sociología y categorizados por Arnott (2006) y otros. El sesgo cognitivo es un término amplio que representa la forma con la cual las personas interpretan informaciones y situaciones en función de sus propias experiencias previas y afectan el razonamiento y las conclusiones. Este fenómeno se debe a que nuestro cerebro se involucra activamente en el contexto en el que se proporciona la información y decide en cual de ellos quiere centrarse y como quiere procesarlos, apoyando así la teoría según la cual lo

que se percibe como real y verdadero depende de la construcción a la cual participa la persona (Prigogine y Stengers, 1984).

El sesgo cognitivo puede impactar incluso en la definición del paradigma científico. Sobre todo, si los riesgos epistémicos que afectan a los investigadores individuales pueden reducirse mediante debates y revisiones por parte de colegas que trabajan en el mismo campo, por ejemplo, esto no es cierto en lo que se refiere a la mitigación de los sesgos colectivos: como sostiene Koskinen (2020), si las directrices y supuestos establecidos para el marco están sesgados, entonces el conocimiento científico construido sobre esta base también está sesgado y este riesgo epistémico no puede ser eliminado teniendo en cuenta las soluciones que provienen de expertos que operan con el mismo conjunto de reglas.

3. Objetividad en las ciencias forenses

Las ideas de objetividad y neutralidad de la ciencia entran definitivamente en crisis en el caso de la ciencia forense.

Se ha observado que los sesgos cognitivos son más relevantes cuando la investigación se asocia con la necesidad de tomar decisiones, especialmente en entornos ambiguos (Tversky y Kahneman, 1974; Nickerson, 1998; Das y Teng, 1999), como la evaluación de pruebas forenses tanto por expertos como por jueces/juristas en el ámbito del proceso penal (Dror, McCormack y Epstein, 2015; Kukucka y otros, 2017; Rossmo y Pollock, 2019).

De hecho, los resultados de las investigaciones forenses no son incondicionales, ya que dependen estrictamente de diversos factores, como la validez de la metodología utilizada, la función de los expertos y sus interacciones con las distintas partes en el proceso de adopción de decisiones, y la presentación e interpretación de los resultados.

La pericia del experto forense no es “neutral” sino el filtrado de la información y la concentración en ciertos elementos que se consideran relevantes.

También la pericia genera expectativas y comparaciones con experiencias anteriores (Dror, 2011; Dror, McCormack y Epstein, 2015), abriendo así el camino al desarrollo de sesgos, que tienen sus raíces en la experiencia (Thompson, Tangen y McCarthy, 2013; Thompson y Tangen, 2014; Searston y Tangen, 2017), perspectivas, aspiraciones y en todos aquellos factores que conforman la opinión del experto (definidos como influencias de arriba hacia abajo en Dror y Fraser-Mackenzie, 2008).

Dror (2020) ha descrito las fuentes de los sesgos en la ciencia forense, que pueden afectar la opinión sobre todo de profesionales competentes y capacitados: los datos y el material; la capacitación y la experiencia del experto; los factores personales y cognitivos.

Un particular tipo de situación que puede ocurrir en la actividad de los expertos forenses se define “sesgo contextual” debido a datos irrelevantes y extraños, aunque estén relacionadas con el caso, como la información particularmente emocional sobre las circunstancias del delito y sobre las personas involucradas, su etnia, género, orientación sexual, etc., que evocarán inadvertidamente atribuciones generalmente basadas en estereotipos (Skorinko y Spellman, 2013; Smalarz y otros, 2016; Leiber y otros, 2018).

La opinión del experto forense puede estar sujeta al “sesgo de confirmación”, es decir, una búsqueda e interpretación sesgada de las pruebas de acuerdo con el resultado esperado, lo que hace difícil separar la

observación de la expectativa (Gill y otros, 20; Cushman, 2020). Eso conduce a investigaciones dirigidas al sospechoso, mientras que la información que prueba una teoría antagónica es descartada, analizada críticamente o explicada, constituyendo un mecanismo llamado escepticismo asimétrico (Dror y Fraser-Mackenzie, 2008; Marksteiner y otros, 2011).

Otro tipo de sesgo potencial es el “razonamiento circular” que está estrechamente relacionado con el sesgo de confirmación, un mecanismo mediante el cual, las personas tienden a buscar e interpretar la información de manera coherente con sus creencias iniciales (Nickerson, 1998).

Además, hay que tener en cuenta que el experto forense (como todos los científicos) trabajan a menudo con datos incompletos, por lo que deben evitarse las conclusiones categóricas y la expresión de certidumbre al comunicar los resultados. Solo se puede expresar un juicio de probabilidad (Klir, 1997; Georgiou, Morgan y French, 2020), a través de un índice (Likelihood Ratio, LR). Este índice de probabilidad deriva de muchas fuentes y datos inciertos (Thompson y otros, 2018; Taylor y Balding, 2020). Sin embargo, la probabilidad tiene que ser interpretada con otros datos y juicios y no basta para tomar una decisión judicial.

Sobre todo, la fase de la comunicación desde el experto forense al juez y a las partes procesales (fiscales, abogados) llega a ser una ulterior fuente de “contaminación” de la prueba forense.

De hecho, una vez que el experto concluye el examen, pone a disposición los resultados y testifica, la interpretación de las pruebas está ahora en manos de los demás actores del sistema judicial, que no tienen la misma formación y visión de los expertos forenses.

Los investigadores, como la policía y los jueces, no leen las pruebas desde el punto de vista científico sino jurídico y en la perspectiva de tomar una decisión judicial.

Cuando se utiliza el juicio intuitivo, las decisiones finales pueden verse influidas por sesgos y por otros factores diferentes.

En primer lugar, cuando las pruebas presentadas son difíciles de comprender y la persona encargada de adoptar la decisión no está comprometida con el material, otros factores concurrirán en la decisión, en la evaluación probatoria y en la credibilidad de las pruebas: las personas encargadas de adoptar las decisiones pueden verse influidas por la credibilidad de los expertos (Cramer, Brodsky y DeCoster, 2009; Elridge, 2019).

En segundo lugar, la policía, los jueces y todos los que están involucrados en la decisión judicial (por ejemplo, los jurados) también pueden ser víctimas de sesgos cognitivos como, por ejemplo, factores de estrés, debido al alto contexto emocional de un caso e incluso a su cobertura mediática, ya que las reacciones emocionales a los estímulos suelen ser más importantes que las evaluaciones cognitivas (Charlton, Fraser-Mackenzie y Dror, 2010). Los factores de estrés que generan respuestas emocionales pueden afectar el umbral de toma de decisiones (Dror, Busemeyer y Basola, 1999), así como aumentar los sesgos cognitivos iniciales.

En tercer lugar, como ya se ha mencionado, la información extralegal puede provocar estereotipos y sus relativos sesgos. Por ejemplo, en lo que se refiere al género, se considera que los hombres son más agresivos que las mujeres, lo que da lugar a estereotipos sobre los autores de delitos violentos y no violentos (Frodi, Macaulay y Thome, 1977) que aumentan la probabilidad de culpabilidad. También se sabe que los estereotipos delictivos asociados a diferentes grupos raciales pueden aumentar la idea de

culpabilidad, especialmente cuando el origen étnico de los sospechosos es congruente con los estereotipos de la delincuencia, lo que da lugar a una investigación impulsada por esta errónea consideración y por la búsqueda de más pruebas confirmatorias (Esqueda, 1997; Jones y Kaplan, 2003). Estos estereotipos y muchos otros no son independientes, si no que interactúan entre sí, lo que da lugar a diferentes tipos de tratamientos y sentencias en función del prejuicio judicial: por ejemplo, no es sorprendente que los varones negros sean condenados a penas de reclusión más largas que cualquier otra combinación de raza y género (Leiber y otros, 2018).

Cierto es que, los mecanismos y dinámicas descritos que conducen a las falacias se precisan y entienden mejor en situaciones de errores judiciales, pero las percepciones y los juicios sesgados pueden producirse incluso en los entornos más rigurosos, bien intencionados y profesionales.

Por último, los posibles sesgos que se generan por razonamiento del experto y en la comunicación a los demás actores procesales tiene consecuencias incrementales: el “efecto de cascada” y “el de bolas de nieve” (Dror, 2018; Dror, 2020). El “efecto de cascada” consiste en sesgos que van de una persona a otra y de una etapa a otra, por ejemplo, desde la recogida de datos hasta su evaluación, mientras que el “efecto bolas de nieve” tiene lugar cuando las fuentes de sesgo se integran e influyen mutuamente, perpetuando el sesgo y aumentando los efectos (Dror y otros, 2017; Dror, 2018).

En base a lo que se ha mencionado anteriormente, no es sorprendente que los sesgos en la ciencia forense contribuyan a que se produzcan condenas injustas (Rossmo y Pollock, 2019).

Por lo tanto, la admisibilidad de las pruebas forenses tiene que ser evaluada junto con otras pruebas: en los tribunales de los Estados Unidos se hace referencia al *Daubert Standard*⁴ (National Research Council, 2009); en el Código de Procedimiento Penal italiano el artículo 189 puede admitir una prueba técnica si se consideran adecuadas para determinar los hechos.

Así pues, según la Academia Nacional de Ciencias Forenses (NAS) estadounidense, ningún método forense (con excepción del análisis del ADN nuclear, véase más adelante) puede determinar de forma coherente y con un alto grado de certeza una coincidencia entre las pruebas forenses y un individuo o fuente en particular. Ello se debe a que los resultados de los exámenes forenses se basan en “conjeturas subjetivas” y se presentan en “términos no cuantitativos, cualitativos y generalmente categóricos” (McQuiston-Surrett y Saks, 2008, 1189). Esto significa que la evaluación de las pruebas por parte de los expertos se basa más bien en la experiencia, la estadística (Siegelman y Frost, 2015), lo que provoca una alta tasa de error de la metodología forense más tradicional, como el caso del análisis de las huellas dactilares (Koehler, 2008; Haber y Haber, 2008; Thompson, 2013). Por esta misma razón, las recomendaciones del informe de la NAS fueron que se realizaran investigaciones para comprobar la fiabilidad y los límites de rendimiento de las diversas disciplinas.

Los exámenes por homólogos, los estudios y los cambios en las leyes relativas a la admisibilidad en los tribunales de las pruebas periciales forenses representan un ejemplo fundamental del cambio de paradigma mencionado: las ciencias forenses, que antes se consideraban válidas y objetivas, y cuyos resultados se introdujeron en los sistemas de justicia sin ninguna duda en cuanto a su fiabilidad, ahora son abordadas

⁴ *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceutical, Inc.* (1993) fue un caso civil presentado por dos niños menores y sus padres, quienes alegaron en su demanda que los defectos de nacimiento de los niños habían sido causados por la ingestión prenatal, de parte de su madre, de un medicamento de prescripción llamado Bendectin. La Corte Suprema de los Estados Unidos al final decidió sobre el asunto y estableció el Estándar Daubert como una prueba legal basada en una lista de directrices para la admisibilidad de los testimonios científicos o técnicos. Para ver más información del caso: <https://caselaw.findlaw.com/us-supreme-court/509/579.html>.

de manera más crítica tanto por los profesionales del derecho como por los académicos (Saks y Koehler, 2005; Edwards, 2009; O'Brien, Nic Daeid y Black, 2015; Koehler y otros, 2016).

Por consiguiente, es importante que las partes del sistema de justicia penal sean conscientes de los riesgos que se corren al evaluar las pruebas y dispongan de los instrumentos necesarios para hacer frente a los sesgos y a las falacias involuntarias.

4. Sesgos y pruebas genéticas

Asimismo, como ya se ha mencionado, la tipificación del ADN representa el “gold standard” en la identificación forense (Lynch, 2003) debido a su sólida base científica y a la posibilidad de obtener un perfil a partir de trazas de ADN.

Sin embargo, la misma prueba genética está sujeta a los límites y a los errores de otros exámenes forenses e, incluso, posee algunos aspectos problemáticos que le son propios.

El resultado del examen del ADN en el ámbito forense está afectado por factores como la experiencia del experto (Thompson, 1995; Thompson, 2009), según sucede en campos tradicionales de la ciencia forense, como el análisis de huellas dactilares (Dror y Charlton, 2006; Dror y Rosenthal, 2008; Ulery y otros, 2012; Ulery y otros, 2016).

Incluso el análisis del ADN es sensible al sesgo de confirmación (Anderson y otros, 1980) y a las informaciones contextuales (Dror y Hampikian, 2011)⁵.

Más bien, el sesgo contextual tiene lugar especialmente en condiciones inciertas (Dror y Cole, 2010; Georgiou, Moran y French, 2020). Las personas tienden a interpretar los datos de una manera más adecuada para ellas cuando tienen que trabajar en entornos ambiguos (Risinger y otros, 2002), como cuando trabajan con huellas dactilares latentes o, en lo que se refiere al análisis de ADN, cuando trabajan con mezclas de ADN, ADN degradado, ADN inhibido y cantidades bajas de ADN, que pueden causar la formación de artefactos y, por lo tanto, afectar a la calidad de los resultados. Las bajas cantidades de ADN, la degradación o la inhibición de la muestra pueden hacer imposible la determinación del genotipo (Butler, 2005; Thompson, 2009). Las pruebas de ADN son inelásticas (Ask, Rebelius y Granhag, 2008) pero la interpretación y la determinación de una eventual coincidencia entre el ADN de referencia y el ADN de la prueba es entonces una cuestión subjetiva.

Además, la interpretación de las pruebas genéticas, más que otras pruebas, depende de los límites del razonamiento estadístico. Por ejemplo, cuando se debe establecer si un perfil genético pertenece a una persona, hay que evaluar la probabilidad de coincidencia aleatoria (RMP), que es la probabilidad de que otra persona comparta las mismas características de la persona de interés. El cálculo depende de la disponibilidad de bases de datos genéticos a través de los cuales se pueda estimar la frecuencia de los

⁵ Dror y Hampikian (2011) llevaron a cabo un experimento utilizando pruebas de ADN relacionadas con un caso de violación en grupo (mezcla de ADN junto con los perfiles de ADN de la víctima y de tres sospechosos). El experimento involucró a 17 analistas de ADN independientes que trabajaban en un laboratorio gubernamental acreditado en América del Norte. No se reveló a los examinadores informaciones contextuales potencialmente sesgada para que Dror y Hampikian pudieran hacer una comparación con los resultados de los expertos forenses que originalmente analizaron las pruebas del caso y, por lo tanto, operaron dentro de la información contextual, determinando si la información era sesgada. Los resultados de este experimento demostraron variaciones entre los expertos, incluso para los analistas que trabajaban con las mismas directrices de interpretación, también mostraron cómo la información irrelevante y posiblemente sesgada podía afectar a la interpretación de los resultados.

perfiles de ADN en las poblaciones humanas (Thompson y otros, 2018). Pero se trata siempre de una estima. Por lo tanto, la interpretación de los resultados puede estar sesgada, especialmente cuando se trata de datos ambiguos, por información contextual irrelevante y por la observación de los datos en un contexto incorrecto. Un fenómeno que puede observarse es la falacia del francotirador de Texas, o *“the tendency to assign unwarranted significance to random data by viewing it post hoc in an unduly narrow context”* (Thompson, 2009 que se refiere a Gawande, 1999), lo que significa que solo se tienen en cuenta las similitudes y que la probabilidad de una coincidencia aleatoria se considera muy baja (Sánchez-Rubio, 2018). Por ejemplo, al estudiar los resultados de los análisis de ADN, los expertos dejan un cierto margen para los fenómenos que puedan producirse, como las deserciones y las entradas, a fin de determinar si un sujeto puede ser incluido o excluido como contribuyente en las pruebas de ADN. Sin embargo, esto lleva a tener en cuenta solo las similitudes y a no considerar el carácter aleatorio de una coincidencia, con lo que una coincidencia de ADN se convierte en un objetivo móvil al cambiar los criterios de interpretación de los resultados una vez obtenidos, lo que en última instancia distorsiona las frecuencias y los LR utilizados para caracterizar la coincidencia de ADN (Thompson, 2009).

Asimismo, las técnicas de elaboración de perfiles de ADN siguen siendo propensas a los errores por diferentes razones, entre ellas la naturaleza y la cantidad del ADN disponible, los índices de error de las propias técnicas, el mal manejo de las pruebas y su contaminación, los errores de los técnicos de laboratorio y los errores en la evaluación de los resultados debido, por ejemplo, a la parcialidad de los expertos.

Lo que hace que el análisis de ADN sea una de las herramientas más precisas desde el punto de vista científico, pero está lejos de ser el portador perfecto de la verdad innegable que se considera, lo que a menudo conduce a errores judiciales, especialmente si se utiliza como la única prueba en la que se basa la decisión final (Olaborede y Mintjes-van der Walt, 2020).

Así pues, la interpretación de los resultados de los análisis de ADN es un proceso complejo que requiere la aplicación de marcos de probabilidad y modelos estadísticos forenses, como las redes bayesianas, que tienen en cuenta los errores e incertidumbres a fin de evaluar la solidez de las pruebas y la fiabilidad de los resultados forenses del ADN (Kloosterman, Sjerps y Quark, 2014; De March y Taroni, 2020).

En particular, la aplicación incorrecta de la ciencia forense, como los errores técnicos y el testigo pericial forense falso o engañoso (Saks y Koehler, 2005; Ribeiro y otros, 2019), contribuyó a que el 45% de las condenas injustas en los Estados Unidos hubieran sido probadas mediante el ADN⁶. Muchas veces, la presencia de la prueba genética no evita que, en los diferentes grados de juicio, las evaluaciones de los jueces sean totalmente diferentes (Gennari y Piccinini, 2012, p. 363; Ricci, 2011).

Con eso y todo, a pesar de que las pruebas genéticas sean consideradas por los expertos (Hans y otros, 2011) extremadamente fiables o muy fiables en el 95% de los casos (la prueba del testigo se considera fiable solo en el 25% de los casos).

En efecto, en literatura ya se encuentran ejemplos de cómo las pruebas genéticas pueden dar resultados que demuestran la ausencia de una objetividad y neutralidad de los exámenes forenses realizados sobre las informaciones genéticas.

Por ejemplo, en 2002, Kerry Robinson fue condenado a cumplir 20 años de prisión por su presunta participación en una violación. La violación en grupo tuvo lugar en 1993 y la víctima identificó a uno

⁶ Innocence Project: <https://www.innocenceproject.org/overturning-wrongful-convictions-involving-flawed-forensics/>.

de los tres agresores. El hombre identificado se declaró culpable y llegó a un acuerdo de culpabilidad y, a cambio de una sentencia menor, el hombre identificó al Sr. Robinson como uno de los asaltantes (aunque la víctima nunca lo hizo⁷). Los dos examinadores del caso de la Oficina de Investigación de Georgia testificaron que Jerry Robinson no podía ser excluido como contribuyente a la mezcla de ADN, porque dos de sus alelos individuales eran consistentes con el ADN encontrado en la escena del crimen⁸. Por lo tanto, no importa cuanto el material de referencia y el perfil de ADN de la evidencia difieran, el sospechoso no puede ser excluido si el analista asume que los alelos del sospechoso no son detectados (Thompson, 2009). Además, los expertos parecen haber trabajado al revés, desde el perfil de ADN del Sr. Robinson hasta las pruebas, por lo que fue el material del sospechoso que impulsó la interpretación de la mezcla de ADN para que el material de referencia se ajustara mejor a las pruebas. Es una aplicación del “razonamiento circular” antes mencionado, documentado en otros casos (Thompson, 2009; Su y Srihari, 2011).

Otro ejemplo del peso que tienen los “sesgos contextuales” y el sesgo de confirmación es en el caso de Juan Rivera (Ross, Lepper y Hubbard, 1975).

En 1992, Holly Staker, de 11 años, fue violada y asesinada mientras cuidaba a un niño en Illinois, y en 2002 la policía comenzó a centrar su atención en Juan Rivera y lo sometió a un interrogatorio duro y acusatorio que lo llevó a confesar el delito. El caso fue juzgado dos veces y el Sr. Rivera fue condenado en ambas ocasiones. En 2005, se realizó un análisis de ADN del semen encontrado en Staker y el resultado fue que el Sr. Rivera fue excluido como donante. El Fiscal del Estado de Lake County decidió, de todos modos, volver a tratar el caso y durante el juicio declaró que o bien Holly Staker era sexualmente activa y el semen pertenecía a otro hombre, sin excluir a Rivera como asesino, o que el ADN era del Sr. Rivera y estaba contaminado por los técnicos del laboratorio. En 2009 el Sr. Rivera fue sentenciado a cadena perpetua por tercera vez, a pesar de la evidencia exculpatoria. Sin embargo, después de pasar 20 años en prisión, el Sr. Rivera fue finalmente exonerado en 2012⁹.

5. Objetividad de la tecnología y decisiones automáticas

El problema de la objetividad de la ciencia en el ámbito jurídico hoy tiene otras aplicaciones, como es el caso del uso de “algoritmos” y en general de la “inteligencia artificial” durante procesos de toma de decisión de relevancia legal.

Este caso es particularmente interesante, porque ha dado origen a una importante reflexión en la literatura jurídica, en la jurisprudencia e incluso en la legislación.

Las posibilidades que ofrece la inteligencia artificial para apoyar o para sustituir las decisiones humanas se están expandiendo muy rápidamente en los más variados sectores de la vida: en la medicina y en la investigación científica, en los transportes, en la producción de bienes y servicios. Sobre todo, los algoritmos están en la base de la toma de decisiones que tienen una relevancia jurídica: desde la selección

⁷ El Sr. Robinson ha sido asistido en el ámbito del Georgia Innocence Project: <https://www.georgiainnocenceproject.org/2020/01/10/gip-client-kerry-robinson-exonerated-after-nearly-18-years-in-prison/#:~:text=We%20are%20THRILLED%20to%20announce,crime%20he%20did%20not%20commit.>

Vid. la apelación del Sr. Robinson del 2003: <https://caselaw.findlaw.com/ga-court-of-appeals/1412720.html>.

⁸ <https://www.law.umich.edu/special/exoneration/Pages/casedetail.aspx?caseid=5671>.

⁹ <https://www.law.umich.edu/special/exoneration/Pages/casedetail.aspx?caseid=3850>.

de los candidatos en un concurso público u otra decisión de la administración pública hasta las decisiones judiciales.

En todos esos y otros casos, el uso de un algoritmo sirve para ganar tiempo y ahorrar recursos, pero al mismo tiempo el objetivo es garantizar la objetividad y la neutralidad de las decisiones.

En los últimos tiempos se ha empezado a discutir si las decisiones, especialmente de los poderes públicos, adoptadas o apoyadas por sistemas automatizados de inteligencia artificial, regidos por algoritmos, llegan a afectar significativamente a las libertades individuales y colectivas¹⁰.

A este respecto, ya existe una casuística bastante amplia.

Por ejemplo, se observó en el caso de dos algoritmos COMPAS (Correctional offender management profiling for alternative sanctions) (Loomis vs. Wisconsin, en los Estados Unidos)¹¹ y HART (Harm Assessment Risk Tool, en el Reino Unido)¹² capaces de calcular la probabilidad de reincidencia. En la jurisprudencia citada se ha establecido que ambos algoritmos llevaban a decisiones discriminatorias porque basadas en índices sociales (como el empleo, la disponibilidad de vivienda y el abuso de sustancias, etc.) más difusos entre grupos con mayor incidencia de conducta criminal, lo que lleva a predecir la probabilidad de que personas con antecedentes penales similares y pertenecientes a grupos sociales idénticos cometan un nuevo delito una vez que obtengan la libertad.

Otro caso de discriminación social derivada de un algoritmo es el de “Syri” (System Risk Indication)¹³, a través del cual el gobierno de los Países Bajos, desde 2014 hasta el 5 de febrero de 2020, establecía el riesgo de cometer fraude o abuso por parte de los beneficiarios de subsidios y de otras formas de asistencia pública. El sistema no era transparente y consideraba mayor el riesgo de parte de aquellos beneficiarios de subvenciones que viviesen en barrios con una alta densidad de residentes de bajos ingresos, migrantes y minorías.

El Tribunal del Distrito de La Haya, llamado a verificar la legitimidad del uso de este algoritmo por parte de varias asociaciones no gubernamentales holandesas, bloqueó el uso de Syri¹⁴ porque era contrario al artículo ocho del Convenio Europeo de Derechos Humanos y porque el algoritmo en cuestión discriminaba injustificadamente a los ciudadanos menos pudientes.

En otros casos se ha observado que la decisión administrativa derivada del algoritmo no es transparente y sin embargo puede afectar de manera razonable los intereses de las personas.

¹⁰ El crecimiento de estos fenómenos ha sido investigado recientemente por Algorithm Watch, una iniciativa que reúne a estudiosos europeos que están analizando, bajo numerosos perfiles institucionales, económicos y legales, los efectos del uso extendido de los algoritmos en la sociedad. En el mes de octubre de 2020 se publicó el informe titulado “Automated Society Report”, que puede consultarse en la siguiente dirección <https://automatingsociety.algorithmwatch.org/wp-content/uploads/2020/10/Automating-Society-Report-2020.pdf>. En este informe se han tenido en cuenta muchos aspectos, desde el reconocimiento facial hasta el uso de algoritmos en el campo del *welfare*. Un indicio del crecimiento exponencial de este fenómeno es el hecho de que en el informe de 2019, Algorithm Watch habló de una *automating society*, mientras que en el informe de 2020, sin embargo, se pasó directamente a una *automated society*.

¹¹ State vs. Loomis, 881 N.W.2d 749 (Wis. 2016). Véase los comentarios de Donati, 2020; Nunciacca, 2020; Simoncini, 2019; Cavallaro y Smorto, 2019.

¹² Véase el comentario de Oswald, Grace, Urwin, Barnes, 2018.

¹³ Caso NJCM c.s./De Staat der Nederlanden (SyRI) before the District Court of The Hague (case number: C/09/550982/HA ZA 18/388).

¹⁴ La decisión del Tribunal de Distrito se basó, además, en la intervención como *amicus curiae* de Philip Alston, Relator Especial de las Naciones Unidas. En el escrito de Alston, cuestionó el uso sistemático por parte del Estado de bienestar de las tecnologías digitales en el ámbito de los derechos humanos, expresando considerables dudas sobre la excesiva atención que las autoridades holandesas, a través del algoritmo impugnado, prestan a los grupos socialmente más vulnerables. El resumen puede leerse en el siguiente link: <https://www.ohchr.org/Documents/Issues/Poverty/Amicusfinalversionsigned.pdf>

Lo antedicho se ha verificado, por ejemplo, con respecto a las decisiones sobre la movilidad de los profesores en Italia. La gestión de los procedimientos de movilidad mencionados se había realizado mediante el uso de un software desarrollado por una empresa (HPE Services s.r.l.) contratada por el Ministerio italiano de Educación.

Algunos profesores se quejaron de que se les había asignado a provincias más alejadas de su lugar de residencia o de la indicada como su opción prioritaria, a pesar de que hubiese puestos vacantes en esas provincias.

Dichas decisiones constituyeron el objeto de algunas sentencias de la justicia administrativa, especialmente de las más recientes del Consejo de Estado (véase Cons. Se Estado, Sez. VI, sentencias n°2270 y 8472/2019) que han sido la ocasión para identificar las directivas que deberían ser cumplidas por las administraciones públicas cuando se sirven de algoritmos (véase más adelante).

El tema de las decisiones automatizadas también ha sido objeto de atención por parte del legislador, especialmente en Europa¹⁵.

La Unión Europea se ocupa en particular del tratamiento automatizado de datos en el artículo 22 del Reglamento (UE) n°2016/679 sobre la protección de datos personales. Además, se considera más ampliamente la cuestión de la utilización de algoritmos e inteligencia artificial en la Resolución del Parlamento Europeo del 16 de febrero de 2017 con recomendaciones para la Comisión sobre “normas de Derecho civil sobre robótica”; en la Comunicación de la Comisión Europea del 25 de abril de 2018 sobre “Inteligencia Artificial para Europa” (COM(2018) 237 final); en la Comunicación de la Comisión Bruselas “Generar confianza en la inteligencia artificial centrada en el ser humano” del 8 de abril de 2019, COM(2019) 168 final y, más recientemente, en el Libro Blanco sobre Inteligencia Artificial del 19 de febrero de 2020 (COM(2020) 65 final).

En el marco del Consejo de Europa, el Comité de Expertos en Intermediarios de Internet publicó el estudio Algoritmos y Derechos Humanos en marzo de 2018 y poco después, el 3 de diciembre de 2018, la Comisión Europea para la Eficiencia de los Sistemas de Justicia (CEPEJ) aprobó la “Carta ética sobre la utilización de la inteligencia artificial en los sistemas de justicia y su entorno”.

6. Principios en materia de toma de decisiones basadas sobre resultados científicos

Como se ha visto, en el ámbito jurídico, el utilizo de la ciencia, con su presunta “objetividad”, no es suficiente para garantizar una aplicación correcta del derecho.

Por el contrario, la idea de “objetividad” y “neutralidad” absoluta de la ciencia puede conducir a la discriminación y a la violación de los derechos fundamentales de las personas, lo que es debido a limitaciones metodológicas (la representación científica es siempre parcial), a errores, al impacto de sesgos y elementos contextuales en el razonamiento científico, en las diferencias de perspectivas entre el discurso científico y el jurídico, en particular cuando hay que tomar decisiones.

¹⁵ En los Estados Unidos, en cambio, aunque el uso de algoritmos en las materias más dispares está bien desarrollado, no es posible encontrar reglamentos generales sino solo normas/prácticas individuales que se aplican a nivel local, como, por ejemplo, la adoptada por el Consejo de Nueva York, el 11 de diciembre de 2017, Ley Local en relación con los sistemas automatizados de decisión utilizados por los organismos.

Desde este último punto de vista, estudiosos del lenguaje jurídico, como Bobbio, advierten que hay una profunda diferencia entre el discurso descriptivo, como es el de la ciencia, y el discurso prescriptivo del derecho, lo que lleva a una diferencia de conceptos y de referentes, si bien ambos discursos se refieran al mismo evento.

La importancia de la ciencia en la sociedad y, en particular, su relevancia en los procedimientos judiciales debe identificar nuevos derechos individuales que protejan a las personas físicas y otros intereses fundamentales.

En el derecho vigente, especialmente en ámbito europeo, las fuentes jurídicas y la jurisprudencia tienen en cuenta la relación entre ciencia y derechos individuales u otros intereses buscando un equilibrio aceptable.

En particular se pueden encontrar principios y directivas para un desarrollo equilibrado de la legislación en materias que tienen un fundamento científico. Es en esos ámbitos, que hoy en día son aún más importantes, ya que la apreciación del legislador encuentra un límite en la “racionalidad científica”¹⁶ y en los cambios continuos de la tecnociencia¹⁷, pero también en el debate público sobre temas éticamente sensibles (Cippitani, 2018).

Pero hay también que identificar reglas para que la “razón científica” no sea considerada de manera ingenuamente determinística como objetiva y neutral.

Estas reglas ya se pueden identificar en la normativa, en la jurisprudencia y en otros documentos institucionales que se están elaborando en los últimos tiempos, especialmente en materia de decisiones automáticas, que, sin embargo, se pueden extender incluso a casos como el de las pruebas forenses y en particular genéticas.

Dichos principios se detallan a continuación:

a) Consideración crítica de la información científica.

La información científica, en la perspectiva de una decisión de relevancia jurídica, debe ser considerada críticamente.

Vale decir desde el punto de vista científico, el conocimiento de la tasa de error de la metodología utilizada. En otros términos, como sugiere Daubert, en base a la verificabilidad, falsificación, control y aceptabilidad de la comunidad científica. Además, es necesario tener en cuenta otros factores que pueden influir en la opinión del experto como su experiencia, la consideración de los fines para los que actúa, la posibilidad de formular criterios para elegir entre tesis científicas opuestas¹⁸.

Por otro lado, desde el punto de vista jurídico, el juez o, en general, el decisor debe poder ejercer un control crítico sobre el juicio científico.

¹⁶ Tribunal Europeo de Derechos Humanos (en adelante “TEDH”), sent. 3 de noviembre de 2011, *S.H. c. Austria* [GC], n°57813/00.

¹⁷ Véase TEDH, sent. 11 de julio de 2002, *Christine Goodwin c. Reino Unido*, n°28957/95, § 74, ECHR 2002-VI; Id. sent. 28 de mayo de 2002, *Stafford c. Reino Unido* [GC], n°46295/99, § 68, ECHR 2002-IV.

¹⁸ Véase por ejemplo la sentencia de la Corte de Casación italiana, secc. IV, 13 de diciembre de 2010, *Cozzini y otr.*, sobre responsabilidad por muerte resultante de la exposición al amianto.

En ámbito del proceso penal se realiza a través del principio del contradictorio y teniendo en cuenta las distintas opiniones de los expertos de la fiscalía y de la defensa, así como del interrogatorio y el contrainterrogatorio del experto, el testigo experto o el consultor técnico (Felicioni, 2012).

b) No exclusividad y no automaticidad

Asociado al principio precedente, es lo que una decisión (judicial o administrativa) no debe basarse exclusivamente y de manera automática en el resultado de un dato técnico o científico, sino pasar por el filtro del decisor (humano).

Lo que deriva de normas de derecho procesal, como, en materia penal, los antes mencionados *Daubert Standard* norteamericano o el artículo 189 Código Procesal Penal italiano. Se puede citar también, en el Derecho italiano, los artículos 194 y siguientes del Código Procesal Civil, que prevé que la pericia del experto se pueda admitir como prueba en la medida que: a) la consulta respete los límites de la investigación impuestos por el juez/decisor; b) se redacte un informe especial de cada operación realizada; c) se respete el principio del contrainterrogatorio.

Como expresión de dicho principio de no exclusividad, se puede citar también el artículo 22 del Reglamento de la UE en materia de protección de datos personales que establece, en su primer párrafo que: “todo interesado tendrá derecho a no ser objeto de una decisión basada únicamente en el tratamiento automatizado, incluida la elaboración de perfiles, que produzca efectos jurídicos en él o le afecte significativamente de modo similar”.

Por último, se refieren al principio antedicho, las sentencias que consideran los procedimientos de toma de decisiones a través de algoritmos, a saber, la antes mencionada jurisprudencia del Consejo de Estado italiano (véase Cons. de Estado, Sez. VI, sentencias n°2270 y 8472/2019).

El Tribunal Constitucional francés (Conseil Constitutionnel, sentencia n°2018-765 del 12 de junio de 2018)¹⁹ el cual destaca que las decisiones automáticas no se pueden poner en marcha especialmente en el caso en que la decisión otorgue informaciones “sensibles” es decir, las que se refieran al origen étnico, las creencias religiosas, políticas o filosóficas, la afiliación a un sindicato, los datos sanitarios, genéticos o biométricos o relacionados de otro modo con la inclinación sexual de las personas (véase también el artículo 22, párr. 4, Reglamento (UE) n°2016/679).

Sobre este punto la antecitada comunicación del 2019 “Generar cofinancia” (párr. 2.2.i) destaca como: “la supervisión humana ayuda a garantizar que un sistema de IA no socave la autonomía humana ni cause otros efectos adversos”. La supervisión debe realizarse a través de mecanismos de gobernanza, tales como el enfoque de la participación humana (human-in-the-loop), la supervisión humana (human-on-the-loop), o el control humano (human-in-command). Además, las autoridades tienen que ejercer sus competencias de supervisión conforme a sus mandatos.

c) Proporcionalidad

El fundamento técnico científico debería cumplir con el principio de proporcionalidad, es decir, ser aplicado solo en el caso de que sea útil para alcanzar objetivos aceptables.

¹⁹ El texto se puede leer en la página: <https://www.conseil-constitutionnel.fr/decision/2018/2018765DC.htm>

Los medios y los fines deben ser legítimos y deben evitar riesgos que puedan afectar a los intereses protegidos por el ordenamiento jurídico²⁰.

La proporcionalidad es un principio considerado también por la jurisprudencia del Tribunal Europeo de los Derechos Humanos²¹ que se puede aplicar también a los temas biomédicos disciplinado por el Convenio de Oviedo²².

En particular, la colección y la conservación de muestras de ADN para la prevención de delitos, siendo una injerencia en el derecho al respeto de la vida privada garantizado por el artículo 8 del Convenio Europeo de los Derechos Humanos, debe realizarse solo si se hace estrictamente necesario, en una sociedad democrática, como para luchar contra particulares delitos (por ejemplo, el de naturaleza sexual)²³.

Por otro lado, los documentos europeos afirman que el uso de sistemas de inteligencia artificial para luchar contra la delincuencia es admisible solo si ellos son necesarios y proporcionales (véase el Libro blanco sobre la Inteligencia artificial del 2020, párr. 6).

d) Transparencia

La legislación vigente exige que las personas tengan el derecho de conocer cuáles son las razones que están en la base de las decisiones de las autoridades. Este derecho a la transparencia y a la información completa está previsto en muchas normas como en los artículos 13, 14 y 15 del GDPR y en el artículo 41 de la Carta Europea de Derechos Fundamentales de la UE.

Hay que cumplir con el principio de transparencia incluso en el caso de decisiones que se basen en datos técnico-científicos, como destaca la jurisprudencia sobre los algoritmos (véase en particular la del Conseil Constitutionnel francés, del Consiglio di Stato italiano, pero también la sentencia en el caso Syri).

En particular, la comunicación del 2019 sobre “generar confianza en la inteligencia artificial...” (véase párr. 2.2.iv) prevé que “es importante registrar y documentar tanto las decisiones tomadas por los sistemas como la totalidad del proceso (incluida una descripción de la recogida y el etiquetado de datos, y una descripción del algoritmo utilizado) que dio lugar a las decisiones”. Hay que poner en marcha medidas para la puesta en claro del proceso de toma de decisiones algorítmico.

²⁰ Se habla de proporcionalidad por ejemplo en la jurisprudencia *Volker* (Tribunal de justicia, 9 de noviembre de 2010, asuntos C-92/09 y C-93/09, *Volker und Markus Schecke y Eifert*, Rec. 2010, pág. I-11063) que se ocupa de la publicación en Internet de los datos de los beneficiarios de subvenciones comunitarias, establecida por reglamento comunitario (véase el artículo 44 *bis* del Reglamento (CE) n°1290/2005). Como el Tribunal argumenta, el hecho de que el tratamiento de los datos esté previsto por una norma legislativa, no significa que no haya necesidad de respetar los principios comunitarios, especialmente el de proporcionalidad, en base a la cual «la limitación de los derechos consagrados por los artículos 7 y 8 de la Carta es proporcionada a la finalidad legítima perseguida» (punto 72). El principio de proporcionalidad, que representa un principio general del ordenamiento jurídico de la Unión Europea, «exige que los medios empleados por un acto de la Unión permitan alcanzar el objetivo que este persigue y no vayan más allá de lo que es necesario para alcanzarlo» (punto 74) (Véase también, Tribunal de Justicia, 8 de junio de 2010, C-58/08, *Vodafone y otros*, Rec. pág. I-p. I-4999, apartado 51). En general, según el Tribunal de Justicia «el principio de proporcionalidad exige que los actos de las instituciones de la Unión sean adecuados para lograr los objetivos legítimos perseguidos por la normativa de que se trate y no rebasen los límites de lo que resulta apropiado y necesario para el logro de dichos objetivos». (Tribunal de Justicia, sent. 8 de abril de 2014, C-293/12 y C-594/12, *Digital Rights Ireland* y otro, todavía no publicada apartado 46 y jurisprudencia citada).

²¹ Cf. TEDH, *W c. Reino Unido*, sent. 8 de julio de 1987, Series A, n°. 121-A, p. 27, § 60 (b) and (d); *Olsson v. Sweden*, 24 March 1988, Series A n°130, pp. 31-32, § 67. Para la jurisprudencia del Tribunal de Estrasburgo, véanse, en particular, TEDH, sentencia *Gillow c. Reino Unido*, del 24 de noviembre de 1986, serie A n°109, párr. 55, y la sentencia *Österreichischer Rundfunk y otros*, apartado 83)

²² Explanatory Report to the Convention on Human Rights and Biomedicine, Paragraph 159. Véase Andorno, 2005.

²³ TEDH, sent. *Peruzzo and Martens v. Germany*, 7841/08 y 57900/12, sentencia del 4 de junio de 2013.

Por otra parte, en la Resolución del Parlamento sobre la robótica se afirma que la “transparencia y la inteligibilidad de los procesos decisorios” se deben considerar como los principales principios éticos aplicables. De hecho “siempre ha de ser posible justificar cualquier decisión que se haya adoptado con ayuda de la inteligencia artificial y que pueda tener un impacto significativo sobre la vida de una o varias personas (...); siempre debe ser posible reducir los cálculos del sistema de inteligencia artificial a una forma comprensible para los humanos; (...) los robots avanzados deberían estar equipados con una “caja negra” que registre los datos de todas las operaciones efectuadas por la máquina, incluidos, en su caso, los pasos lógicos que han conducido a la formulación de sus decisiones” (párr. 12).

e) Respeto de los derechos fundamentales de la persona interesada y de los terceros

Como recuerda la jurisprudencia Loomis (en el caso COMPAS) y HART, pero también los casos de uso no adecuado de las informaciones genéticas, es necesario que las decisiones que se fundan en argumentaciones jurídicas no deban afectar la dignidad, la no discriminación y los derechos fundamentales de la persona.

Este principio se afirma claramente en los documentos de las instituciones europeas sobre la inteligencia artificial como la Resolución del Parlamento sobre la robótica (véase párr. 10), que se refiere especialmente a “la seguridad y la salud humana; la libertad, la intimidad, la integridad y la dignidad; la autodeterminación y la no discriminación, y la protección de los datos personales”.

Por otra parte, la comunicación “generar confianza en la inteligencia artificial...” (párr. 2.2.v) establece que:

Los conjuntos de datos utilizados por los sistemas de IA (tanto para el entrenamiento como para el funcionamiento) pueden verse afectados por la inclusión de sesgos históricos involuntarios, por no estar completos o por modelos de gobernanza deficientes. La persistencia en estos sesgos podría dar lugar a una discriminación (in)directa. También pueden producirse daños por la explotación intencionada de sesgos (del consumidor) o por una competencia desleal. Por otra parte, la forma en la que se desarrollan los sistemas de IA (por ejemplo, la forma en que está escrito el código de programación de un algoritmo) también puede estar sesgada. Estos problemas deben abordarse desde el inicio del desarrollo del sistema.

f) Responsabilidad

En coherencia con el principio de no exclusividad y como consecuencia de lo que se ha dicho sobre la presunta objetividad y neutralidad de la tecnociencia, las decisiones que se basan sobre datos técnico-científicos deben ser atribuibles a sujetos jurídicos y especialmente a personas.

Esos sujetos tendrán la responsabilidad (civil, administrativa y penal) en caso de incumplimiento de las reglas y principios (véase ampliamente el Libro blanco sobre la Inteligencia artificial de 2020, especialmente pág. 15; véase también el Libro blanco “Inteligencia artificial para Europa”, espec. el párr. 3.3 “Garantizar un marco ético y jurídico adecuado”; véase la Resolución del Parlamento europeo del 2017, puntos L y M).

En la comunicación “generar confianza en la inteligencia artificial...” (véase párr. 2.2.vii) se afirma a este respecto:

Deben instaurarse mecanismos que garanticen la responsabilidad y la rendición de cuentas de los sistemas de IA y de sus resultados, tanto antes como después de su implementación. La posibilidad de auditar los sistemas de IA es fundamental, puesto que la evaluación de los sistemas de IA por parte de

auditores internos y externos, y la disponibilidad de los informes de evaluación, contribuye en gran medida a la fiabilidad de la tecnología. La posibilidad de realizar auditorías externas debe garantizarse especialmente en aplicaciones que afecten a los derechos fundamentales, por ejemplo, las aplicaciones críticas para la seguridad.

Muy atenta al tema de la responsabilidad por las consecuencias del uso de sistemas de inteligencia artificial es la Resolución del 2017 del Parlamento concerniente a la robótica (véase párr. 49-59). Este sistema de responsabilidad no se basa sobre la responsabilidad objetiva (que sin embargo requiere “probar que se ha producido un daño o perjuicio y el establecimiento de un nexo causal entre el funcionamiento perjudicial del robot y los daños o perjuicios causados a la persona que los haya sufrido”, véase párr. 54) sino sobre la gestión del riesgo es decir que las personas deben ser capaces de minimizar los riesgos y gestionar el impacto negativo (párr. 55); además se afirma la necesidad de un esquema de seguros obligatorios (párr. 57) y de un fondo en caso de ausencia del seguro (párr. 58), como ya previsto para los automóviles.

7. Consideraciones finales

La ciencia y la tecnología en nuestra época desempeñan un papel relevante incluso en el Derecho y especialmente en los procesos de toma de decisiones judiciales y administrativas.

No obstante, para garantizar un balance entre los beneficios del uso de la tecnociencia como base de las decisiones y los demás intereses fundamentales, hay que respetar algunos principios ético-jurídicos, que se han resumido en el párrafo anterior.

Sobre todo, se debe adoptar un diferente enfoque cultural, una “nueva alianza” (Prigogine y Stengers, 1984) entre ciencia y otras disciplinas, como el Derecho, para garantizar un desarrollo equilibrado y sostenible de la humanidad.

En particular, es necesario renunciar a considerar la tecnociencia como la expresión de una oscura necesidad, sino como herramienta para tomar libremente decisiones.

Utilizando una imagen clásica²⁴, muchas veces hoy en día, ante la ciencia, se actúa como ante el Oráculo de Delfos relatado en las tragedias de Sófocles. El Oráculo predice a Layo que su hijo lo matará, más tarde predice a Edipo que lo hará. Layo y Edipo, para evitar la premonición, la llevarán a cabo, porque, al final, el vaticinio expresa una necesidad.

Al contrario, la ciencia debería servir como la predicción que Tiresias ofrece a Ulises en el libro XI de la Odisea: muestra lo que podría ser el futuro, de modo que pueda enfrentarlo de manera adecuada y, quizás, cambiarlo, pero asumiendo toda la responsabilidad de las consecuencias.

²⁴ Sobre una lectura “jurídica” de las tragedias de Sófocles vid. Cassese, 2018; Cartabia y Violante, 2018.

Bibliografía citada

- AGUILÓ, A. (2009). “La universidad y la globalización alternativa: justicia cognitiva, diversidad epistémica y democracia de saberes, en Nómadas”. *Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 22 (2).
- ANDERSEN, H. & HEPBURN, B. (2015). “Scientific Method”. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Disponible en: <https://plato.stanford.edu/archives/win2020/entries/scientific-method/>.
- ANDERSON, C., LEPPER, M., & ROSS, L. (1980). “Perseverance of social theories: The role of explanation in the persistence of discredited information”. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), pp: 1037-1049. DOI: <https://doi.org/10.1037/h0077720>.
- ANDORNO, R. (2005), “The Oviedo Convention: A European Legal Framework at the Intersection of Human Rights and Health Law”, in *JIBL*, vol 02, I, 2005, pp. 133-143.
- ARNOTT, D. (2006). “Cognitive biases and decision support systems development: A design science approach”. *Information Systems Journal*, 16(1), pp: 55-78. DOI: 10.1111/j.1365-2575.2006.00208.x.
- ASK, K., REBELIUS, A., & GRANHAG, P. A. (2008). “The ‘elasticity’ of criminal evidence: A moderator of investigator bias. *Applied Cognitive Psychology*, 22(9), pp:1245-1259. DOI: <https://doi.org/10.1002/acp.1432>.
- BAR, M. (2004). “Visual objects in context”. *Nat Rev Neurosci* 5, pp: 617-629. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn1476>.
- BEARD, K. (2015). *The Role of Social Context in the Production of Scientific Knowledge*. Disponible en: https://trace.tennessee.edu/utk_chanhonoproj/1852.
- BIDDLE, J. & KUKLA, R. (2017). “The geography of epistemic risk” en K. C. Elliott & T. Richards (Eds.), *Exploring inductive risk: Case studies of values in science* (pp: 215-237). (New York, Oxford University Press).
- BLACHOWICZ, J. (2009). “How Science Textbooks Treat Scientific Method: A Philosopher’s Perspective”. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 60 (2), pp: 303-304. DOI: <http://doi.org/10.1093/bjps/axp011>.
- BUTLER, J. (2005). “Forensic DNA Typing: Biology, Technology and Genetics of STR Markers”. (*Elsevier Academic Press, Amsterdam, Boston y otr.*)
- CARTABIA, M. Y VILLANTE, L., (2018) *Giustizia e Mit* (Bologna, il Mulino).
- CASSESE, S., (2018) *Il diritto nello specchio di Sofocle*. Corriere della sera.19-5-2018, p. 40
- CAVALLARO, M. Y SMORTO, G. (2019) *Decisione pubblica e responsabilità dell’amministrazione nella società dell’algoritmo*. en <https://www.federalismi.it/AppOpenFilePDF.cfm?artid=40182&dpath=document&dfile=04092019081902.pdf&content=Decisione%2Bpubblica%2Be%2Bresponsabilit%C3%A0%2Bdell%E2%80%99amministrazione%2Bnella%2Bsociet%C3%A0%2Bdell%27algoritmo%2B%2D%2Bstato%2B%2D%2Bdottrina%2B%2D%2B> (consultado el 31 de julio de 2021).
- CHARLTON, D., FRASER-MACKENZIE, P. & DROR, I. (2010). „Emotional experiences and motivating factors associated with fingerprint analysis”. *Journal of forensic sciences*, 55(2), pp: 385-393. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01295.x>.
- CIPPITANI, R. (2018), “The shape of water: freedom and rules in the organisation of research activities”, in Luigi Cimmino, Livio Fanò, Caterina Petrillo, Ambrogio Santambrogio, Elena Stanghellini, Fabio Veronesi (eds.), *Fare scienza oggi*, Morlacchi, Perugia, pp: 329-342.
- CRAMER, R., BRODSKY, S., & DECOSTER, J. (2009). “Expert witness confidence and juror personality: their impact on credibility and persuasion in the courtroom”. *The journal of the American Academy of Psychiatry and the Law*, 37(1), pp: 63-74.

- CUSHMAN, F. (2020). “Rationalization is rational”. *Behavioral and Brain Sciences* 43, e28, pp:1-59. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0140525X19001730>.
- DAS, T. & TENG, B. (1999), “Cognitive Biases and Strategic Decision Processes: An Integrative Perspective”. *Journal of Management Studies*, Vol. 36, Issue 6, pp: 757-778. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1467-6486.00157>.
- DE MARCH, I. & TARONI, F. (2020). “Bayesian networks and dissonant items of evidence: A case study”. *Forensic Science International: Genetics*, 44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.102172>.
- DEVILLE, C. y otros (2020). “I Can’t Breathe: The Continued Disproportionate Exclusion of Black Physicians in the United States Radiation Oncology Workforce”. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, S0360-3016(20)31413-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2020.07.015>.
- DONATI, F. (2020) “Intelligenza Artificiale e Giustizia”, en *Rivista AIC*, 1/2020, pp. 415-436.
- DROR I. (2018). “Biases in forensic experts”. *Science* (New York, N.Y.), 360(6386): 243. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aat8443>.
- DROR, I. (2011). “The Paradox of Human Expertise: Why Experts Get It Wrong”. In *The Paradoxical Brain*, 117 (Kapur, N. ed.).
- DROR, I. (2013). “The ambition to be scientific: Human expert performance and objectivity”. *Science and Justice*, 53, pp:81- 82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scijus.2013.03.002>.
- DROR, I. (2020). “Cognitive and Human Factors in Expert Decision Making: Six Fallacies and the Eight Sources of Bias.” *Anal. Chem.* 2020, 92, pp: 7998-8004. DOI: <https://dx.doi.org/10.1021/acs.analchem.0c00704>.
- DROR, I., & COLE, S. (2010). “The vision in “blind” justice: expert perception, judgment, and visual cognition in forensic pattern recognition”. *Psychonomic bulletin & review*, 17(2), pp: 161-167. DOI: <https://doi.org/10.3758/PBR.17.2.161>.
- DROR, I. & FRASER-MACKENZIE, P. (2008). “Cognitive Biases in Human Perception, Judgment, and Decision Making: Bridging Theory and the Real World”. *Ch. 5 in Criminal Investigative Failures* (Rossmo, K. ed.), Taylor & Francis.
- DROR, I. & ROSENTHAL, R. (2008). “Meta-analytically quantifying the reliability and biasability of forensic experts”. *Journal of Forensic Sciences*, 53(4), pp: 900-903. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00762.x>.
- DROR, I. & CHARLTON, D. (2006). “Why experts make errors”. *Journal of Forensic Identification*, 56(4), pp. 600-616.
- DROR, I. & HAMPIKIAN, G. (2011). “Subjectivity and bias in forensic DNA mixture interpretation”. *Science and Justice*, 51, pp: 204-208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2011.08.004>.
- DROR, I., BUSEMEYER, J. & BASOLA, B. (1999). *Decision making under time pressure: an independent test of sequential sampling models*. *Memory & cognition*, 27(4): 713–725. <https://doi.org/10.3758/bf03211564>.
- DROR, I., MCCORMACK, J. & EPSTEIN, J. (2015). „Cognitive Bias and Its Impact on Expert Witnesses and the Court”. *The Judges Journal*, Vol. 54, Issue 4, pp:8-14.
- ED. (2009). “Defining the scientific method”. *Nat. Methods*, 6, 237. DOI: <https://doi.org/10.1038/nmeth0409-237>.

- ELDRIDGE, H. (2019). Juror comprehension of forensic expert testimony: A literature review and gap analysis. *Forensic Science International: Synergy*, 1: 24-34. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2019.03.001>.
- EDWARDS, H. (2009). “Solving the problems that plague the forensic science community”. *Jurimetrics*, 50(1), pp: 5-19.
- ELDRIDGE, H. (2019). “Juror comprehension of forensic expert testimony: A literature review and gap analysis”. *Forensic Science International: Synergy*, 1, pp: 24-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2019.03.001>.
- ESQUEDA, C. (1997). “European American students’ perceptions of crimes committed by five racial groups”. *Journal of Applied Social Psychology*, 27(16), pp:1406-1420. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1997.tb01605.x>.
- EVANS, J. & STANOVICH, K. (2013). “Dual-Process Theories of Higher Cognition: Advancing the Debate”. *Perspectives on psychological science: a journal of the Association for Psychological Science*, 8(3), pp: 223-241. DOI: <https://doi.org/10.1177/1745691612460685>.
- FELICIONI, P. (2012) “La prova del dna tra esaltazione mediatica e realtà applicativa” en *Archivio Penale*, 2012, pp.1-29
- FRAEDRICH, D. (2001). “Revival of Objectivity in Scientific Method”. *The Journal of Ayn Rand Studies*, 3(1), pp: 29-46. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/41560169>.
- FRODI, A., MACAULAY, J., & THOME, P. (1977). “Are women always less aggressive than men? A review of the experimental literature”. *Psychological Bulletin*, 84(4), pp: 634-660. DOI: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.84.4.634>.
- GAWANDE, A. (1999). *The cancer-cluster myth*. *The New Yorker*, pp: 34-37.
- GEORGIU, N., MORGAN, R. & FRENCH, J. (2020). “Conceptualising, evaluating and communicating uncertainty in forensic science: Identifying commonly used tools through an interdisciplinary configurative review”. *Science & Justice*, 60(4), pp: 313-336.
- GIALUZ, M., LUPÁRIA, L., & SCARPA, F. (2017). *The Italian Code of Criminal Procedure: Critical Essays and English Translation*. CEDAM.
- GILL, P., HICKS, T., BUTLER, J. M., *et al.* (2020). “DNA commission of the International society for forensic genetics: Assessing the value of forensic biological evidence - Guidelines highlighting the importance of propositions. Part II: Evaluation of biological traces considering activity level propositions”. *Forensic science international. Genetics*, 44, 102186. <https://doi.org/10.1016/j.fsi-gen.2019.102186>.
- GENNARI, G. & PICCININI, A., (2012) “Dal caso Reed ad Amanda Knox; ovvero quando il DNA non è abbastanza” en *Diritto penale processuale*, 3, 2012, p. 359 sigs.
- HABER, L. & HABER, R. (2008). “Scientific validation of fingerprint evidence under Daubert”. *Law, Probability and Risk*, 7(2), pp: 87-109. DOI: <https://doi.org/10.1093/lpr/mgm020>
- HANS, V. y otros (2011). Science in the jury box: Jurors’ comprehension of mitochondrial DNA evidence”. *Law and Human Behavior*, 35(1), pp: 60-71. DOI: <https://doi:10.1007/s10979-010-9222-8>.
- JONES, C. & KAPLAN, M. (2003). “The effects of racially stereotypical crimes on juror decision-making and information-processing strategies”. *Basic and Applied Social Psychology*, 25(1), pp: 1-13. https://doi.org/10.1207/S15324834BASP2501_1.
- KLIR, G. (1997). “Uncertainty theories, measures, and principles: an overview of personal views and contributions”. *Math. Res.* 99. pp: 27-43.

- KLOOSTERMAN, A., SJERPS, M. & QUAK, A. (2014). "Error rates in forensic DNA analysis: Definition, numbers, impact and communication". *Forensic Science International: Genetics*, 12, pp: 77-85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.04.014>.
- KOEHLER, J. (2008). "Fingerprint error rates and proficiency tests: What they are and why they matter". *59 Hastings L.J.* 1077. Disponible en: https://repository.uchastings.edu/hastings_law_journal/vol59/iss5/5
- KOEHLER, J. y otros (2016). „Science, Technology, or the Expert Witness: What Influences Jurors’ Judgements About Forensic Science Testimony?” *Psychology, Public Policy and Law*, 22(4): pp: 401-4013. DOI: <https://doi.org/10.1037/law0000103>.
- KOSKINEN, I. (2020). "Objectivity in contexts: withholding epistemic judgement as a strategy for mitigating collective bias". *Synthese*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11229-020-02645-9>.
- KUHN, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolution* (Chicago, University of Chicago Press).
- KUKUCKA, J. y otros (2017). "Cognitive Bias and Blindness: A Global Survey in Forensic Science Examiners". *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, Vol. 6, Issue 4: 452-459. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2017.09.001>.
- LEIBER, M. y otros (2018). "Sentencing Recommendations by Probation Officers and Judges: An Examination of Adult Offenders Across Gender". *Women & Criminal Justice*, 28(2), pp: 100-124. DOI: <https://doi.org/10.1080/08974454.2017.1297279>.
- LYNCH, M. (2003). "God’s signature: DNA profiling, the new gold standard in forensic science." *Endeavour*, 27(2), pp:93-97. DOI:[https://doi.org/10.1016/s0160-9327\(03\)00068-1](https://doi.org/10.1016/s0160-9327(03)00068-1).
- MANNAN, M. (2018). "Science and Subjectivity: Understanding Objectivity of Scientific Knowledge". *Philosophy and Progress*, 59(1-2), pp: 43-72. DOI:<https://doi.org/10.3329/pp.v59i1-2.36680>.
- MARKSTEINER, T. y otros. (2011). „Asymmetrical scepticism towards criminal evidence: The role of goal- and belief-consistency". *Applied Cognitive Psychology*, 25(4), pp: 541–547. DOI: <https://doi.org/10.1002/acp.1719>.
- MCQUISTON-SURRETT, D. & SAKS, M. J. (2008). " Communicating Opinion Evidence in the Forensic Identification Sciences: Accuracy and Impact". *Hastings L. J.*, 59(5), pp: 1159-1189. https://repository.uchastings.edu/hastings_law_journal/vol59/iss5/7.
- MEEREN, H., VAN HEIJNSBERGEN, C. & DE GELDER, B. (2005). „Rapid perceptual integration of facial expression and emotional body language". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(45), pp: 16518-16523. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0507650102>.
- MORIN, E. (1990), *Science avec conscience* (Seuil, Paris)
- MORGAN, R. (2017). "Conceptualising forensic science and forensic reconstruction. Part I: A conceptual model". *Science & Justice*, 57(6), pp: 455-459. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2017.06.002>.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2009). *Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward*. (Washington DC, The National Academies Press). Disponible en: <http://www.nap.edu/catalog/12589.html>
- NICKERSON, R. (1998). "Confirmation Bias: a ubiquitous phenomenon in many guises". *Rev. Gen. Psychol.*, 2, pp:175-220.
- MUCIACCA, N. (2020) *Algoritmi e procedimento decisionale: alcuni recenti arresti della giustizia amministrativa.* en <https://www.federalismi.it/ ApplOpenFilePDF.cfm?artid=41974&dpath=document&dfile=14042020185652.pdf&content=Algoritmi%2Be%2Bprocedimento%2Bde>

cionale%3A%2Balcuni%2Brecenti%2Barresti%2Bdella%2Bgiustizia%2Bamministrativa%2B%2D%2Bstato%2B%2D%2Bdottrina%2B%2D%2B (Consultado el 31 de julio 2021)

- O'BRIEN, É., NIC DAEID, N., & BLACK, S. (2015). "Science in the court: pitfalls, challenges and solutions". *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 370(1674), 20150062. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0062>
- OLABOREDE, A. O. & MEINTJES-VAN DER WALT, L. (2020). "The Dangers of Convictions Based on a Single Piece of Forensic Evidence". *PER/PELJ*, 23, pp: 1-38. DOI: <http://dx.doi.org/10.17159/1727-3781/2020/v23i0a6169>.
- OSWALD, M. y otros (2018), *Algorithmic Risk Assessment Policing Models: Lessons from the Durham HART Model and 'Experimental' Proportionality*, in *Information & Communications Technology Law*, n. 27/2018, p. 223
- POPPER, K. (1959). *The logic of Scientific Discovery*. (Hutchinson & CO, London).
- PRIGOGINE, I., & STENGERS, I. (1984). *Order out of chaos: Man's new dialogue with nature*. (Bantam New Age Books, New York).
- RIBEIRO, G., TANGEN, J. & MCKIMMIE, B. (2019). "Beliefs about error rates and human judgment in forensic science". *Forensic Science International*, 297, pp: 138-147.
- RICCI, U. (2011) "Limiti e aspettative della genetica forense, en C. Conti (a cura di)", *Scienza e processo penale*, (Giuffrè, Milano).
- RISINGER, D. y otros (2002). "The Daubert/Kumho implications of observer effects in forensic science: Hidden problems of expectation and suggestion". *California Law Review* 90(1), pp. 1-56. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.301408>.
- ROSS, L., LEPPER, M. & HUBBARD, M. (1975). "Perseverance in Self-Perception and Social Perception: Biased Attributional Processes in the Debriefing Paradigm". *Journal of Personality and Social Psychology*, 32(5), pp: 880-892.
- ROSSMO, K. K. & POLLOCK, J. M. (2019). "Confirmation Bias and Other Systemic Causes of Wrongful Convictions: A Sentinel Events Perspective". *Northeastern University Law Review* , 11, pp: 790-835. <https://www.ojp.gov/ncjrs/virtual-library/abstracts/confirmation-bias-and-other-systemic-causes-wrongful-convictions>.
- SÁNCHEZ-RUBIO, A. (2018) "Los peligros de la probabilidad y la estadística como herramientas para la valoración jurídico-probatoria", en *Revista Brasileira de Direito Processual Penal*, núm. 1.
- SÁNCHEZ-RUBIO, A. (2019) *La prueba científica en el proceso penal*. (Tirant lo Blanch, Valencia).
- SAKS, M. & KOEHLER, J. (2005). "The Coming Paradigm Shift in Forensic Identification Science". *Science*, 309 (5736), pp: 892-895. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1111565>.
- SCHWARTZ, O., HSU, A. & DAYAN, P. (2007). „Space and time in visual context". *Nat Rev Neurosci.*; 8(7), pp: 522-535. DOI: <http://doi:10.1038/nrn2155>.
- SEARSTON, R. & TANGEN, J. (2017). "Expertise with unfamiliar objects is flexible to changes in task but not changes in class", *PloS One* 12, pp: 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178403>.
- SIEGELMAN, N., & FROST, R. (2015). "Statistical learning as an individual ability: Theoretical perspectives and empirical evidence". *Journal of Memory and Language*, 81, pp: 105-120. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jml.2015.02.001>.
- SIMONCINI, A. (2019) "L' algoritmo incostituzionale: intelligenza artificiale e il futuro delle libertà", in *BioLaw Journal*, 1/2019.

- SKORINKO, J. & SPELLMAN, B. (2013). „Stereotypic Crimes: How Group-Crime Associations Affect Memory and (Sometimes) Verdicts and Sentencing”. *Victims & Offenders*, 8(3), pp: 278-307. DOI: <https://doi.org/10.1080/15564886.2012.755140>.
- SMALARZ, L. y otros (2016). “The perfect match: Do criminal stereotypes bias forensic evidence analysis?” *Law and human behavior*, 40(4), pp: 420-429. DOI: <https://doi.org/10.1037/lhb0000190>.
- REISS, J & SPRENGER, J. (2014). „Scientific Objectivity”. In E. Zalta (Ed.), *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Disponible en: <http://plato.stanford.edu/entries/scientific-objectivity/>.
- SU, C. & SRIHARI, S. (2011). “Latent Fingerprint Rarity Analysis in Madrid Bombing Case”. In: Sako H., Franke K.Y., Saitoh S. (eds) *Computational Forensics. IWCF 2010. Lecture Notes in Computer Science*, 6540. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-19376-7_15.
- TAYLOR, D. & BALDING, D. (2020). “How can courts take into account the uncertainty in a likelihood ratio?” *Forensic Science International: Genetics*, 48, 102361. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2020.102361>.
- THOMPSON, M. & TANGEN, J. (2014). “The nature of expertise in fingerprint matching: experts can do a lot with a little”. *PloS One*, 9, pp: 1-23. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114759>.
- THOMPSON, M., TANGEN, J. & MCCARTHY, D. (2013). “Expertise in fingerprint identification”. *J. Forensic Sci.*, 58, pp: 1519-1530. DOI: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12203>.
- THOMPSON, W. (1995). “Subjective interpretation, laboratory error and the value of DNA evidence: three case studies”. *Genetica* 96, pp: 153-168.
- THOMPSON, W. (2009). “Painting the target around the matching profile: the Texas sharpshooter fallacy in forensic DNA interpretation” *Law, Probability and Risk*, 8(3), pp: 257–276. DOI: <https://doi.org/10.1093/lpr/mgp013>.
- THOMPSON, W. (2013). “Forensic DNA evidence: The myth of infallibility”. In J. Gruber & S. Krimsky (Eds.), *Genetic explanations: Sense and nonsense*, pp. 227-255. (Cambridge, Harvard University Press).
- THOMPSON, W. y otros (2018). “Perceived strength of forensic scientists’ reporting statements about source conclusions”. *Law, Probability and Risk*, 17, pp: 133-155. DOI: <https://doi.org/10.1093/lpr/mgy012>.
- TOULMIN, T. (1972). *Human Understanding* (Oxford: Clarendon Press).
- TVERSKY, A. & KAHNEMAN, D. (1974). “Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases”. *Science, New Series*, Vol. 185, No. 4157, pp: 1124-1131.
- ULERY, B. y otros (2012). “Repeatability and reproducibility of decisions by latent fingerprint examiners”, *PloS One*, 7, pp: 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032800>.
- ULERY, B. y otros (2016). “Interexaminer variation of minutia markup on latent fingerprints”. *Forensic science international*, 264, pp: 89-99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.03.014>.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE, OFFICE OF INSPECTOR GENERAL (2006). *A Review of the FBI’s Handling of the Brandon Mayfield Case*. Disponible en: <https://oig.justice.gov/sites/default/files/legacy/special/s0601/final.pdf>.
- VATTIMO, G. & ZUCCHETTI, M. (2016), *Heidegger e la bomba atomica: ovvero la scienza deve pensare, speech at the Politecnico of Turin*. Disponible en: <http://www.tgvallesusa.it/2016/08/heidegger-e-la-bomba-atmica-ovvero-la-scienza-deve-pensare-di-m-zucchetti-e-g-vattimo/>
- WEBER, M. (2017), “The Meaning of ‘Ethical Neutrality’ in Sociology and Economics” en Weber, M., *Methodology of Social Sciences* (Routledge, New York), pp. 1–48.