

MÁS SOBRE EL ADN**MORE ABOUT DNA**

Pascual E.
Castelló A.
Departamento de Medicina Legal y Forense
Universitat de València.
España.

Correspondencia: Ana.Castello@uv.es

Resumen: A estas alturas, no se descubre nada nuevo si se afirma que el ADN es un importante aliado de la investigación criminal. Pruebas las hay y cuantiosas. En este escrito (continuación de uno anterior, publicado en 2019) partimos de posibles errores de interpretación de los resultados genéticos, para pasar a ilustrar los problemas que derivan de la alta sensibilidad de las técnicas actuales. Reiteramos la necesidad de trabajar con el conjunto de pruebas forenses que, junto la testifical y la documental, nos acercarán en el mejor de los casos, a la verdad judicial.

Palabras clave: Ciencia Forense, Genética Forense, ADN de contacto, ADN ambiental.

Abstract: At this point, nothing new is discovered if it is stated that DNA is an important ally of criminal investigation. There is plenty of evidence. In this writing (continuation of a previous one, published in 2019) we start from possible errors in the interpretation of genetic results, to go on to illustrate the problems that arise from the high sensitivity of current techniques. We reiterate the need to work with the set of forensic evidence that, together with testimonial and documentary evidence, will bring us closer, in the best of cases, to the judicial truth.

Key words: Forensic Science, Forensic Genetics, Touch DNA, environmental DNA.

INTRODUCCIÓN

¡Cómo pasa el tiempo!¹. A toda velocidad y sin que apenas nos demos cuenta han pasado uno, dos...cinco años². Creemos pertinente introducir este comentario inicial, porque el texto que sigue es continuación de otro ya publicado hace algún tiempo y que quedó sin completar. Pero como rectificar es de sabios³, aquí va lo prometido.

Reiteramos antes que nada algo indudable, incuestionable, obvio, irrecusable: el ADN es, ha sido y será una poderosa herramienta de trabajo. En Medicina, en Ciencias y por supuesto en Investigación Criminal.

Es curioso que en este último campo, su aplicación fuera tardía. Debemos a Sir Alec Jeffreys que, de forma casual, se encontrara con la posible utilidad en este sentido⁴ y desde entonces, como no podía ser de otra forma, se ha avanzado una barbaridad.

También indicábamos en esa primera editorial y me ocupo de repetirlo hasta el cansancio a mis sufridos alumnos, que la principal ventaja del ADN es la gran sensibilidad de las técnicas de las que disponemos. Hoy en día se extrae y analiza ADN de muestras aparentemente imposibles. Se ha avanzado de forma impresionante. Pero, porque siempre hay un “pero”, esa misma ventaja parece haberse convertido en su principal inconveniente.

Demos un breve repasemos a la historia:

¿INFALIBLE?

Para empezar, vayamos hacia atrás en el tiempo, hasta al momento del gran boom de la Genética Forense, cuando se daba la impresión de que si no había prueba de ADN, nada valía. Valga un ejemplo que ilustra esta afirmación⁵. Ocurrió lo siguiente:

¹ Refrán español: “El tiempo vuela como el viento”. <https://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/refranes-alusivos-al-tiempo/html/>

² A. Castelló. El ADN no miente. Gaceta Internacional de Ciencias Forenses. 2019 abril; 31: 4-5.

https://www.uv.es/gicf/1Ed3_Castello_GICF_31.pdf

³ Otro dicho español: “Rectificar es de sabios”. <https://cvc.cervantes.es/lengua/refranero/ficha.aspx?Par=59493&Lng=0>

⁴ E. Pascual, A. Castelló. Epigenética: desde la medicina clínica a la investigación forense. Gaceta Internacional de Ciencias Forenses. 2015 oct; 17: 5-14.

Disponible en: https://www.uv.es/gicf/3R1_Castello_GICF_17.pdf

⁵ Se puede acceder a la noticia en este enlace:

Se produce un atraco a un supermercado en Palencia (España). Fue 31 de octubre de 2005, cuando entre las 20.30 y las 20.45, seis hombres enmascarados cometen el hecho en cuestión. Cuando huían uno de ellos se golpea y deja una mancha de sangre. Además, se quitan las máscaras y un potencial testigo se fija en la cara de uno de ellos, al que reconoce.

Dos años después se produce un atropello en Valladolid (seguimos en España), con el sucesivo altercado entre los protagonistas del evento.

Paralelamente a esto último, se detiene en Palencia a un sospechoso, que es reconocido por el testigo anteriormente citado, se le toma una muestra de ADN y no coincide con el del supermercado, pero sí con el caballero de Valladolid, implicado en el atropello anterior.

En consecuencia se cita al mencionado vallisoletano a declarar (él mismo reconoció que no sabía ni sobre, ni para qué). Máxime cuando se podía justificar sin duda alguna lo que había hecho el día del suceso. Estaba más que demostrado que era imposible que estuviera en Palencia. Su coartada era indiscutible, pero, el ADN no miente y se le daba entonces la mayor credibilidad, por encima de todo lo demás. De forma que fue acusado de robo con violencia y se pidió cinco años de prisión.

Con el tiempo y con la ayuda de su abogado (que no tuvo más remedio que contratar, por supuesto) la confusión fue aclarada y se liberó al detenido.

Las secuelas de la equivocación fueron graves. La víctima del error entró en grave depresión y como consecuencia sufrió un segundo accidente de tráfico, por el que le tuvieron que amputarle una pierna. Su defensor incluso estuvo valorando emprender acciones legales contra la policía Científica por el perjuicio causado.

Afortunadamente de todo se aprende y ese efecto del ADN o nada, ya es pasado.

Pero superado ese primer escollo, han ido surgiendo más problemas a abordar, que como es lo habitual, se han ido poniendo de manifiesto poco a poco. En su momento se describió uno de ellos⁶ que implicaba a unos paramédicos, protagonistas de una confusión compleja.

Revisemos de nuevo esta cuestión, incluyendo más casos:

- Comencemos por uno antiguo (de 2015) que relata cómo es factible que el propio investigador sea quien contamina involuntariamente la escena, y eso a pesar de estar usando guantes de nitrilo como es preceptivo⁷.

Concretamente, se analiza la opción de que el ADN de alguien que no tiene que ver con el caso, se encuentre en el escenario y además, haya sido llevado hasta allí por el mismo personal que trabaja en la resolución de los hechos. Es por tanto, tal como se describe en el texto citado, una transferencia pasiva que no tiene que ver con el suceso en cuestión (a diferencia de la “activa”, en la que sí está implicada o puede estarlo).

Con ese objetivo, se diseñó el siguiente ensayo (Figura 1): un sujeto que no tiene que ver con el suceso a indagar (pasivo, por tanto), toca el sustrato 1 y transfiere su ADN (sería una transferencia primaria). A continuación un investigador que trabaja en el caso, usando los preceptivos guantes (de nitrilo como se indicó anteriormente), toca el

<https://www.elmundo.es/elmundo/2010/06/21/castillayleon/1277102241.html>

⁶ La historia procede de este artículo publicado en Nature:

C. Cale. Forensic DNA evidence is not infallible. Nature. 2015;526, 611.

También pueden leer la historia en este enlace:

<https://www.sfgate.com/crime/article/how-innocent-man-s-dna-was-found-at-killing-scene-4624971.php>

E información adicional en esta otra dirección:

<https://www.cbsnews.com/sanfrancisco/news/monte-sereno-ravi-kumra-murder-javier-garcia-sentence/>

<https://doi.org/10.1038/526611a>

⁷ A E. Fonneløp, T. Egeland, P. Gill. Secondary and subsequent DNA transfer during criminal investigation. Forensic Sci. Int. Genet. 2015 July; 17:155-162.

Que tiene un antecedente en este otro artículo:

M. Goray, J R. Mitchell, R A H. van Oorschot. Evaluation of multiple transfer of DNA using mock case scenarios. Legal Medicine. 2012 January; 14(1):40-46.

sustrato 1 y como consecuencia, el ADN se transfiere a sus guantes (transferencia secundaria). El mismo investigador manipula el sustrato 3 y el ADN se cede de los guantes al mencionado sustrato 3 (transferencia terciaria). Se recolectaron muestras de todos los soportes después de que se completó la cadena de transferencia. Que quedó demostrada.

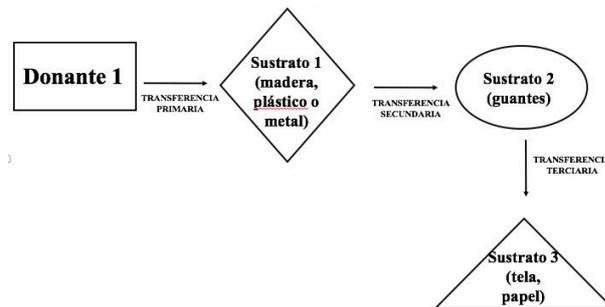


Figura 1: Adaptación propia de una imagen del artículo de la referencia: Fonnøløp A E, Egeland T, Gill P. Secondary and subsequent DNA transfer during criminal investigation. *Forensic Science International: Genetics*. 2015 July; 17:155-162.

Y es más, incluso se observa la posible aportación debida a una transferencia cuaternaria, porque se detectó un perfil desconocido que al final, resultó pertenecer a la novia del donante (el sujeto que deja el primer rastro inocentemente), con la que –según afirman el implicado- no había estado en contacto durante 10 horas antes de la experiencia y además, según asegura, se había lavado las manos.

Tras sus hallazgos, los autores del trabajo indican que se debe extremar las precauciones para evitar la transferencia, debido a la sensibilidad de las técnicas (estamos en 2015, recuerden) de las que se dispone.

Otra de sus conclusiones, es que, como es lógico, el soporte tiene mucho que ver con la eficacia de la transferencia. En su ensayo, describen que obtuvieron mayor cantidad de restos genéticos desde la madera, que de la tela. El soporte que según su experiencia cedió menos cantidad, fue el vidrio.

En el artículo al que se ha hecho referencia algo más arriba y repetimos aquí⁸, se describe otro caso igualmente llamativo. La investigación consistió en lo siguiente:

Dos personas se dieron la mano durante dos minutos y a continuación, cada una de ellas sujetó un cuchillo (cada una el suyo, por supuesto). Lo curioso fue que en una alta proporción de casos, el ADN de la persona que no había manipulado el cuchillo, fue detectado en alta proporción, sin problemas. De hecho tal como se escribe en el artículo de la referencia *“In one-fifth of the samples, the DNA analysis identified this other person as the main or only contributor of DNA to the ‘weapon’”*⁹.

Debemos advertir que este texto recibió duras críticas por lo inoportuno de su contenido y eso fue el motivo por el que su autora, escribió una aclaración al respecto afirmando que *“In the World View ‘Forensic DNA evidence is not infallible’ (Nature 526, 611; 2015), it may not have been clear that the current investigation in Texas is reportedly focusing on statistics and not the specific problem of secondary contamination in touch-DNA samples”*¹⁰.

Cabe preguntar ahora, qué superficies retienen mejor el material genético y por cuánto tiempo. De nuevo reiteramos que los tiempos en Ciencia Forense son imposibles de determinar, sin caer en una alta probabilidad de error.

⁸ De nuevo: C. Cale. Forensic DNA evidence is not infallible. *Nature*. 2015;526, 611. <https://www.nature.com/articles/526611a>

⁹ Traducido: *“En una quinta parte de las muestras, el análisis de ADN identificó a esta otra persona como el principal o único aportante de ADN al ‘arma’”*.

¹⁰ C. Cale. Clarification. *Nature*. 2015;527:147.

<https://doi.org/10.1038/527147a>

“En World View ‘La evidencia forense de ADN no es infalible’ (Nature 526, 611; 2015), puede que no haya quedado claro que la investigación actual en Texas se centra en las estadísticas y no en el problema específico de la contaminación secundaria en la muestras de ADN táctil”.

No obstante, se hacen experiencias al respecto como la descrita en el artículo cuya referencia encontrarán en la nota al pie de página¹¹.

En sus conclusiones señalan que *“Our research has shown that the persistence and recovery of biological deposits is not only measurable but more importantly, may have the potential to be used to estimate the probability of persistence of touch, saliva, semen, and/or blood to substrates, by understanding the interactions of the deposit with the receiving surface. Touch deposits have shown to persist strongly to various substrates given the touch deposits polar and non-polar characteristics, which ultimately makes touch deposits”*¹².

Quizá cabría añadir un *“en nuestras condiciones experimentales”*.

Terminemos este punto con una revisión publicada en 2023, cuyas conclusiones, por su interés y alto grado de prudencia, reproducimos íntegras: *“In conclusion, secondary transfer is a complex and dynamic phenomenon that can affect forensic investigation in various ways. It depends on multiple factors that interact with each other in unpredictable ways. It requires careful methods and protocols to detect and prevent it from compromising forensic evidence. It has serious implications for forensic practice and justice that need to be addressed with awareness and education. The concern of law enforcement and forensic practitioners regarding the risk associated with evidence contamination dates back to the inception of evidence analysis. However, newer forensic analysis techniques have magnified the potential impact of contamination on criminal investigations due to the sensitivity of current forensic DNA analysis. Proper collection, packaging, handling during transport, storage, analysis, as well as decontamination procedures can significantly reduce the potential for contamination. At the same time, the possibility that a transfer occurs during daily activities represents a very hazardous event that could compromise DNA analysis.*

*In this scenario, the principal take-home message of this review is related to the different flaws of the published experimental models: therefore, it is necessary to highlight the importance of making well-designed studies, diminishing variability, in order to establish a solid scientific base for this insidious topic. The definition of well-designed experimental studies and the use of the most modern extraction and amplification techniques will make it possible to fill those gaps in our knowledge, reinforcing the value of DNA evidence in criminal trials”*¹³.

En definitiva, que lo es recomendable e incluso necesario, extremar la cautela.

¹¹ D. A. Hughes et al. The impact of substrate characteristics on the collection and persistence of biological materials, and their implications for forensic casework. *Forensic Sci. Int.* 2024 march;356:111951. <https://doi.org/10.1016/j.forciint.2024.111951>

¹² Traducción: *“Nuestra investigación ha demostrado que la persistencia y recuperación de depósitos biológicos no solo es mensurable sino que, lo que es más importante, puede tener el potencial de usarse para estimar la probabilidad de persistencia del tacto, la saliva, el semen y/o la sangre en sustratos, al comprender las interacciones del depósito con la superficie receptora. Se ha demostrado que los depósitos táctiles persisten fuertemente en varios sustratos dadas las características polares y no polares de los depósitos táctiles, lo que en última instancia hace que los depósitos táctiles sean más frecuentes en las superficies”*.

¹³ Traducción: *“En conclusión, la transferencia secundaria es un fenómeno complejo y dinámico que puede afectar la investigación forense de diversas maneras. Depende de múltiples factores que interactúan entre sí de manera impredecible. Requiere métodos y protocolos cuidadosos para detectarlo y evitar que comprometa la evidencia forense. Tiene graves implicaciones para la práctica forense y la justicia que deben abordarse con conciencia y educación. La preocupación de las fuerzas del orden y los profesionales forenses con respecto al riesgo asociado con la contaminación de pruebas se remonta a los inicios del análisis de pruebas. Sin embargo, las técnicas de análisis forense más nuevas han magnificado el impacto potencial de la contaminación en las investigaciones criminales debido a la sensibilidad de los análisis forenses de ADN actuales. La recolección, el embalaje, la manipulación durante el transporte, el almacenamiento, el análisis y los procedimientos de descontaminación adecuados pueden reducir significativamente el potencial de contaminación. Al mismo tiempo, la posibilidad de que se produzca una transferencia durante las actividades diarias representa un evento muy peligroso que podría comprometer el análisis de ADN.*

En este escenario, la principal moraleja de esta revisión está relacionada con las diferentes fallas de los modelos experimentales publicados: por lo tanto, es necesario resaltar la importancia de realizar estudios bien diseñados, disminuyendo la variabilidad, para establecer una base sólida. base científica para este tema insidioso. La definición de estudios experimentales bien diseñados y el uso de las más modernas técnicas de extracción y amplificación permitirán llenar esos vacíos en nuestro conocimiento, reforzando el valor de las pruebas de ADN en los procesos penales”.

De: F. Sessa et al. Indirect DNA Transfer and Forensic Implications: A Literature Review. *Review Genes (Basel)*. 2023 Nov;28;14(12):2153.

doi: 10.3390/genes14122153.

- Demos un paso más para complicar el asunto ¿y si seguro que nadie tocó nada? ¿Se puede transferir el material genético sin contacto directo? Para obtener respuesta, revisemos la experiencia descrita en el artículo de la referencia¹⁴:

Se eligió a cinco voluntarios de una oficina (dos mujeres y tres hombres) y situaron determinados objetos (en adelante, dispositivos de recolección) cerca de ellos, en su lugar de trabajo. Se les indicó que actuaran como todos los días, con normalidad. Eso sí, sin tocar los mencionados dispositivos de recolección en ningún momento.

Es importante señalar que como los mencionados dispositivos, se eligieron placas de plástico que fueron sometidas a una descontaminación usando rayos ultravioleta (durante 30 minutos). Obviamente, los lugares donde fueron depositados, no se limpiaron de ninguna manera.

Los resultados muestran que efectivamente el ADN se transfirió sin contacto. La descamación natural es una posible explicación. También el estar hablando o tosiendo cerca de los detectores, nos sirve.

Según la experiencia de los autores, una pregunta común que surge con respecto a la presencia del ADN de un individuo en una prueba (o en la escena) de un crimen, es si el ADN podría haber llegado a estar allí incluso si el sujeto en cuestión, no tocó el artículo. Una posible explicación podría ser su presencia en las proximidades de un elemento que llevó a que el material genético estuviera allí, debido al su desprendimiento natural y a formas de transferencia aérea. Los seres humanos eliminan entre 2×10^8 y 10×10^8 células cada día mediante un proceso denominado descamación [6] y una proporción de estas células contendrá ADN que podría usarse para generar su perfil.

En 2024, otro grupo de trabajo, diseñó una experiencia de similares características, que pasamos a resumir a continuación¹⁵:

En esta ocasión, las 146 muestras analizadas se obtuvieron en el Departamento de Ciencias Forenses del Hospital Universitario de Oslo.

Según describen los investigadores “*Samples were collected from 13 different offices with 1–7 occupants (N = 111) and two meeting rooms (N = 35). Most of the samples (N = 129) were recovered 2 h after occupancy, while 10 were collected approximately 18 h after occupancy and seven were collected three days after*”¹⁶.

Además de ADN, como novedad, también se obtuvo ARN, juntos y por separado.

Como parece lógico pensar, se comprobó que hay superficies que, por su uso habitual, recopilan más muestra que otras, por ejemplo las manillas de las puertas y los interruptores de luz.

En sus conclusiones, los autores llaman la atención sobre los problemas que se pueden plantear en un caso judicial. De acuerdo, se ha encontrado ADN de esa persona pero ¿cómo y cuándo llegó allí? O dicho de otra forma: de haber sido transferido indirectamente ¿cuánto tiempo lleva allí? Cuestiones de difícil respuesta que plantean nuevos e interesantes retos a los investigadores forenses.

- Sigamos complicando el asunto un poquito más: Se encuentra un ADN sin que el donante haya estado en el lugar.

Veán el artículo de la referencia¹⁷, en el que se describe una experiencia curiosa y reveladora, en nuestra opinión, claro está. Se trata del estudio del ADN ambiental (environmental DNA o eDNA en la bibliografía).

¹⁴ L. Puliatti, O. Handt, D. Taylor. The level of DNA an individual transfers to untouched items in their immediate surroundings. *Forensic Sci. Int. Genet.* 2021 september;54: 102561. doi: 10.1126/science.acx8827.102561.

¹⁵ C. Fantinato, P. Gill, A E. Fonnep. Investigative use of human environmental DNA in forensic genetics. *Forensic Sci. Int. Genet.* 2024 may;70: 103021.

¹⁶ Traducido: “*Se recogieron muestras de 13 oficinas diferentes con entre 1 y 7 ocupantes (N = 111) y dos salas de reuniones (N = 35). La mayoría de las muestras (N = 129) se recuperaron 2 h después de la ocupación, mientras que 10 se recolectaron aproximadamente 18 h después de la ocupación y siete se recolectaron tres días después*”.

¹⁷ E. Stokstada. DNA plucked from air identifies nearby animals. Analysis of airborne cells could survey biodiversity, two studies of zoo animals suggest. *Science.* 2021 jul;373(6553):376.

Se trata de encontrar rastros de ADN en el aire. De forma que puede “viajar” todo lo lejos que las condiciones atmosféricas lo permitan.

No revelamos nada nuevo si afirmamos que el ADN está en todas partes y por supuesto, también en el aire.

Valga como ejemplo el estudio que realizó la profesora Elizabeth Clare, usando un zoológico como referencia. El motivo es obvio, en el mencionado recinto, las especies son conocidas y como es natural (de ahí que estén aisladas) no existen en los alrededores.

De forma que pensaron en situar filtros dentro y fuera del parque zoológico y a esperar.

Demostraron que en la atmósfera hay (como era predecible) cantidades detectables de ADN. En su experiencia de muchos tipos de animales.

Tal como hacen constar en su artículo: “*The team identified 17 species kept at the zoo and others living near and around it, such as hedgehogs and deer. Some zoo animal DNA was found nearly 300 meters from the animals' enclosures. She also detected airborne DNA likely from the meat of chicken, pig, cow, and horse fed to captive predators indoors. All told, the team detected 25 species of mammals and birds*”.¹⁸.

Es decir, el ADN se movió por el aire, de forma que situaba a los habitantes del zoológico fuera y a los de fuera, dentro.

¿Problemas que afectan a este tipo de análisis? Pues como es habitual, el principal es la contaminación. Y evidentemente, no se dispone de controles negativos para poder elegir con más garantías, las muestras, “*no sé dónde comprar un globo de aire esterilizado*”¹⁹ afirma la autora del estudio. De hecho se ha comparado esa toma de indicios a “*pipetear bajo el agua*”²⁰.

Veamos otro ensayo. En el presente estudio, se investigó la presencia y persistencia de ADN ambiental humano, en las unidades de aire acondicionado²¹.

Se obtuvo de cuatro casas y oficinas (en este último caso, de las salas de reuniones) en diferentes momentos, durante cuatro días.

Los autores indican este tipo de muestra es “*mejor*” que la correspondiente a ADN de contacto porque para evitar dejar estos indicios se toman toda clase de precauciones, pero no ocurre lo mismo con el ambiental porque en general, todavía no somos conscientes de su potencial y en consecuencia, nos descuidamos.

Con el auxilio de los filtros de los aparatos, es posible obtener ADN en las superficies del aire acondicionado.

En el ensayo, los responsables del mismo tomaron muestras tras la limpieza de los dispositivos de cuatro casas y oficinas. También se obtuvo por idéntico sistema, de una sala de reuniones usando diferentes tipos de filtros y tamaños de muestra.

En sus conclusiones los investigadores indican lo siguiente: “*This study showed that human DNA can be collected from air and on surfaces that move air, such as air conditioner units, and can identify the usual users of the space as well as frequent visitors. DNA accumulated within a fairly short period of time with owners being identified after only 4 weeks of use of the tested space. Sampling of air conditioner units may be used to identify usual or long-*

doi: 10.1126/science.373.6553.376

¹⁸ Traducido: “*El equipo identificó 17 especies mantenidas en el zoológico y otras que viven cerca y alrededor de él, como erizos y ciervos. Se encontró ADN de animales del zoológico a casi 300 metros de los recintos de los animales. También detectó ADN en el aire, probablemente de la carne de pollo, cerdo, vaca y caballo alimentada a depredadores cautivos en interiores. En total, el equipo detectó 25 especies de mamíferos y aves*”.

¹⁹ En el original: “*I don't know where to buy a balloon of sterile air*”.

²⁰ Comentario que se debe al profesor Matthew Barnes, un científico dedicado a la Ecología y que trabaja en la Texas Tech University ecologist. En el original “*pipetting underwater*”.

²¹ M. Goray et al. Up in the air: Presence and collection of DNA from air and air conditioner units. Electrophoresis. 2024 february. Printed on line.

*term occupiers of a space, and air sampling may assist in the identification of short-term or recent users of a room. Such sampling may be considered, for example, if it is suspected, gloves were worn or that the crime scene has been cleaned post incident. Further studies are required to deduce the optimal positioning of the air collection device within various types of space of potential interest and the appropriate duration of collection within various settings and circumstances to acquire the DNA of interest if present*²².

Casi por último, prestemos atención a una revisión que el mismo equipo de investigación, publicó en febrero de 2024²³. En el apartado titulado “*Concluding remarks*”, exponen lo siguiente: “*While there may only be a few specific situations where the utility of air sampling may become value add from a forensic investigation perspective, it is useful to explore when and how air sampling for human DNA could potentially be conducted to assist investigations of criminal activities. Especially where other sampling methods may fall short of providing the information sought*”²⁴.

Terminan comentando sus aplicaciones forenses actuales y los desafíos a abordar en un futuro, lo que ineludiblemente obliga a seguir trabajando.

Para finalizar, un artículo que presta atención a la Ética que atañe a este tipo de toma de muestra. Específicamente si se da el caso de que inadvertidamente y sin intención se obtiene ADN humano, cuando en realidad se pretendía analizar fauna silvestre²⁵. El que esto suceda conlleva problemas puesto que no existe consentimiento y se produce una vulneración de la privacidad.

Y ese “*sin intención*” puede dejar de serlo para conllevar intenciones maliciosas, que los autores detallan²⁶.

CONCLUSIONES:

²² Traducido: “Este estudio demostró que el ADN humano se puede recolectar del aire y de superficies que mueven el aire, como las unidades de aire acondicionado, y puede identificar a los usuarios habituales del espacio, así como a los visitantes frecuentes. El ADN se acumuló en un período de tiempo bastante corto y los propietarios fueron identificados después de solo 4 semanas de uso del espacio analizado. El muestreo de unidades de aire acondicionado se puede utilizar para identificar a los ocupantes habituales o a largo plazo de un espacio, y el muestreo de aire puede ayudar a identificar a los usuarios recientes o a corto plazo de una habitación. Se puede considerar dicho muestreo, por ejemplo, si se sospecha que se usaron guantes o que la escena del crimen se limpió después del incidente. Se requieren estudios adicionales para deducir la ubicación óptima del dispositivo de recolección de aire dentro de varios tipos de espacio de interés potencial y la duración adecuada de la recolección dentro de diversos entornos y circunstancias para adquirir el ADN de interés, si está presente”.

²³ M. Goray et al. Emerging use of air eDNA and its application to forensic investigations – A review. Electrophoresis. First published: 28 February 2024 <https://doi.org/10.1002/elps.202300228>

²⁴ Traducción: “*Observaciones finales: Si bien puede haber sólo unas pocas situaciones específicas en las que la utilidad del muestreo de aire pueda convertirse en un valor agregado desde una perspectiva de investigación forense, es útil explorar cuándo y cómo se podría realizar el muestreo de aire para detectar ADN humano para ayudar en las investigaciones de actividades delictivas. Especialmente cuando otros métodos de muestreo pueden no proporcionar la información buscada*”.

²⁵ L. Whitmore. Inadvertent human genomic bycatch and intentional capture raise beneficial applications and ethical concerns with environmental DNA. Nat Ecol Evol. 2023; 7(6): 873–888. doi: 10.1038/s41559-023-02056-2

²⁶ Como por ejemplo:

“*Posibles aplicaciones maliciosas:*

Recolección de genoma: la capacidad de recolectar ilegal o poco éticamente datos genómicos humanos de poblaciones locales o grupos étnicos sin su conocimiento o consentimiento.

Acumulación encubierta de datos genéticos humanos con fines maliciosos o comerciales (por ejemplo, vigilancia genómica o descubrimiento impulsado por big data)

Vigilancia genética: seguimiento individual (similar a las aplicaciones forenses/de vida silvestre)

Vigilancia genética: seguimiento/localización poco ético de grupos/poblaciones étnicas

Vigilancia genética: potencial para la vigilancia genética involuntaria a partir de aplicaciones de investigación, incluida la recuperación de información genética revelada por transeúntes o extralimitación intencional.

Biopiratería de datos genéticos humanos de poblaciones y países (similar a la biopiratería genética de flora y fauna)”.

Traducción de: “*Potential malicious applications:*

Genome harvesting—the ability to illegally/unethically harvest human genomic data from local populations/ethnic groups without their knowledge or consent

Covert accumulation of human genetic data for malicious or commercial purposes (for example, genomic surveillance or big-data-fuelled discovery)

Genetic surveillance—individual tracking (similar to forensics/wildlife applications)

Genetic surveillance—unethical tracking/locating of ethnic groups/populations

Genetic surveillance—potential for involuntarily genetic surveillance from investigative applications, including the recovery of bystander shed genetic information or intentional overreach

Bio-piracy of human genetic data from populations and countries (akin to flora/fauna genetic bio-piracy)”.

“Reiteramos antes que nada que es indudable, incuestionable, obvio, irrecusable... considerar que el ADN ha sido, es y será una poderosa herramienta de trabajo”. Eso expusimos al inicio de este texto y nos ratificamos. Pero cuando sólo se dispone de prueba genética ¿tenemos suficiente sin nada más? Pues en nuestra opinión, no.

Se debe considerar todas las pruebas en su conjunto (testifical, documental y pericial completa) y con toda la información tratar de alcanzar la verdad judicial.

Una sola prueba, aunque sea Genética, no es suficiente.

No obstante, tal como hicimos en un artículo anterior²⁷, hemos preguntado al ChatGPT a ver que opina, en la imagen (Figura 2), el resultado:

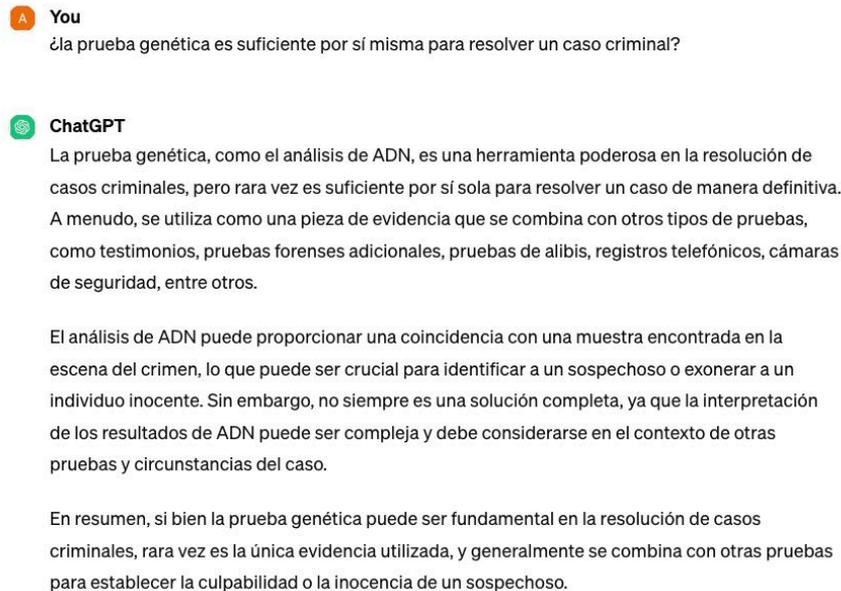


Figura 2: De: <https://chat.openai.com/c/2ad35a3b-b3bd-4683-80bb-caed393ac997>

De lo más prudente, como debe ser. Hay mucho en juego, no lo olvidemos.

²⁷ A. Castelló, F. Verdú. ¿Hay espacio para el ChatGPT en la Oficina Judicial? Gaceta Internacional de Ciencias Forenses. 2023 jul; 48: 6-19. Disponible en https://www.uv.es/gicf/4A1_Verdu_GICF_48.pdf