

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y
JURÍDICAS
TRABAJO FIN DE GRADO EN
SEGURIDAD PÚBLICA Y PRIVADA
(SEPP)

EL ADN COMO PRUEBA PERICIAL Y SU IMPORTANCIA EN LA RESOLUCIÓN DE CASOS DELICTIVOS.



AUTOR: VELASCO LAGO,
DENNISE.

N.º expediente: 239

TUTOR: GARCÍA
SIMÓN, CELIA

Departamento: PATOLOGÍA Y CIRUGÍA / **Área:** MEDICINA LEGAL Y FORENSE

Curso académico 2023- 2024.

Convocatoria de JUNIO 2024.

RESUMEN

El ácido desoxirribonucleico (ADN) ha revolucionado la forma en que comprendemos la biología y ha desempeñado un papel crucial en la Genética Forense moderna. Desde su descubrimiento en la década de 1950, el análisis de ADN ha sido fundamental para la identificación de individuos, la resolución de crímenes y la exoneración de personas inocentes. La importancia del ADN en la Criminalística radica en su capacidad para proporcionar pruebas sólidas y precisas que pueden vincular a un individuo específico con un delito. Esta información puede compararse con bases de datos de ADN para identificar a sospechosos o relacionar casos entre sí.

Objetivos del trabajo de investigación: explorar la relevancia del ADN y sus bases de datos, así como su impacto en los ámbitos científico y social. Además, se analizarán casos nacionales resueltos gracias a esta técnica, utilizando a lo largo del trabajo una metodología basada en la revisión bibliográfica.

Los resultados de esta investigación son positivos, concluyendo que el ADN es crucial en las investigaciones forenses. Las bases de datos facilitan la comparación de muestras, agilizando el proceso investigativo y aumentando las posibilidades de identificación de delincuentes. Además, promueven la colaboración internacional en la resolución de delitos.

PALABRAS CLAVE

ADN (Ácido desoxirribonucleico), **STRs** (Short Tandem Repeats), **Genética forense**, **Perfil genético**, **Bases de datos**.

ÍNDICE

1. Introducción	1 - 3
2. Marco teórico	4 - 16
2.1 Antecedentes históricos	4 - 10
2.2 Definición de conceptos	11 - 15
3. Objetivos	16
4. Metodología	17 - 18
5. Resultados	19 - 33
6. Discusión / Propuesta	34 - 35
7. Conclusión	36
8. Bibliografía	37 - 38

1. INTRODUCCIÓN

La utilización del ADN en la Genética Forense, tanto en el uso de la investigación como, por ejemplo, en la identificación de víctimas u agresores, ha sido de gran importancia en los últimos años ya que se ha convertido en una de las herramientas más precisas y útiles en ámbitos como la identificación de vestigios biológicos referentes a una investigación, la posibilidad de identificar restos humanos o en investigaciones de casos civiles como pruebas de paternidad u otros parentescos biológicos.

Dentro de los campos de la genética, los avances tecnológicos en el ámbito forense han constituido una notable mejora para los procesos criminológicos teniendo así un prometedor futuro para la resolución de casos complicados de parentesco o identificación ya que gracias a todos estos avances podemos llegar a determinar por medio del ADN y sus componentes, por ejemplo, el origen geográfico del sujeto de la muestra biológica o incluso características físicas como el color de pelo u ojos. En lo referente a la investigación de pruebas de paternidad, ha mejorado la resolución de las pruebas en casos difíciles como pruebas con el progenitor fallecido (realizando la prueba a través de los restos cadavéricos o de familiares directos), pruebas con materiales degradados o poder realizar pruebas prenatales. Por otro lado, en lo respectivo a la genética forense, se ha podido dar con la identificación de un sujeto gracias al análisis de vestigios biológicos (como manchas de sangre, saliva o cabellos) aun teniendo muy poca cantidad de muestra.

Las muestras de ADN son fundamentales en las investigaciones criminológicas debido a su alta capacidad para identificar con gran precisión a los sospechosos y vincularlos a la escena del crimen de donde fueron sustraídas. Todo esto es debido a que el ADN es único en cada persona (excepto en casos de gemelos idénticos, aunque son raras estas situaciones), y es que, la importancia del ADN en la resolución de crímenes y la identificación de sospechosos está respaldada por una amplia gama de fuentes en la Criminalística que proporcionan una base sólida para comprender dicha importancia y su impacto en la resolución de casos.

El ADN es único para cada individuo, por lo que permite que se haga una identificación precisa de las personas involucradas en un crimen; además que estas muestras si son encontradas en la escena del crimen provocan una vinculación directa del sospechoso con el lugar de la comisión del delito. Otra de las características importantes de esta práctica es que también puede ayudar a excluir a personas inocentes de la investigación, ya que si las muestras no coinciden puede evitar falsas acusaciones y garantizar una investigación más precisa a la hora de llevarla ante la justicia. Por último, y una de las razones más importantes de este trabajo es que, gracias a las muestras de ADN que se recogen y almacenan, pueden llegar a ser clave para poder cerrar casos que, en su debido momento, ya sea por falta de pruebas o de tecnologías avanzadas, no se pudieron resolver al momento de la comisión del delito.

La aplicación de técnicas de investigación basada en marcadores moleculares nos lleva a obtener el perfil genético o huella genética del sospechoso, técnica la cual es de gran relevancia para la resolución de conflictos legales y judiciales. Las técnicas más pedidas por los tribunales de justicia son la investigación biológica del parentesco, la criminalística o la identificación humana y, para todo esto, utilizamos la tecnología del ADN.

El ADN se encuentra en la mayoría de las células de nuestro organismo y es único para cada individuo dejando así una huella en cada lugar que visitamos, tanto que la secuencia que compone nuestro ADN está presente en todas las células de nuestro cuerpo (menos en los glóbulos rojos) desprendiendo así nuestro rastro en todas partes ya sea en un vaso cuando vamos a beber, algún cabello que se cae en la ropa o incluso cuando tocamos un mueble para sentarnos. Los expertos forenses aprovechan esto para obtener información sobre, por ejemplo, los sitios en los que hemos estado o de las personas con las que hemos tenido contacto. El análisis de ADN ha ayudado en investigaciones forenses a identificar a los culpables cuando los demás métodos de investigación no tenían salida, ayudando a atrapar a criminales tales como asesinos en serie revolucionando así la ciencia forense. Con la gran evolución y el desarrollo que ha tenido la ciencia y, sobre todo, en el análisis de muestras, hemos podido avanzar de tal manera que podemos retroceder en el tiempo al pasado y dar justicia a casos antiguos que no se pudieron cerrar por falta de mejoras tecnológicas pudiendo dar un cierre al caso y ayudar a las familias a obtener respuestas.

Para que las muestras de ADN sean cotejadas y analizadas hay una parte esencial del proceso que hay que comentar y son las bases de datos, y es que, una vez obtenido el perfil de la muestra de ADN recogida, lo siguiente que tenemos que hacer es meterla en la base de datos donde coexisten otros perfiles de personas que han sido investigadas para ver si podemos encontrar alguna coincidencia. Las bases de datos de ADN que hemos estado tratando tienen una serie de ventajas muy positivas para el ámbito de la investigación forense como pueden llegar a ser: la resolución de casos (en los que se nos permite realizar identificaciones o establecer vínculos familiares); la eficiencia que estas aportan, ya que agiliza mucho los procesos de investigación al comparar rápidamente los perfiles genéticos y también ayudan a que haya menos margen de error a la hora de identificar o culpar a una persona. Además, facilitan la cooperación de las fuerzas de seguridad tanto a nivel nacional como internacional en correlación a colaborar en la resolución de casos, y, por último, mencionar también que contribuyen al desarrollo de procesos y técnicas forenses.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

2.1.1 La identificación de personas

Antes de la prueba pericial de ADN, la cual se introdujo a mediados de la década de 1980, las investigaciones criminológicas se basaban en una variedad de métodos para identificar a los sospechosos y resolver delitos, estas pruebas eran tales como la dactiloscopia (huellas dactilares), los análisis de sangre, la serología, testimonios, interrogatorios llevados a cabo o, mediante reconocimiento por voces o visuales. (Aclarar, que estas pruebas se utilizaban antes de la prueba de ADN, pero se siguen utilizando hasta día de hoy junto a todos sus avances.)

La identificación de huellas dactilares se ha utilizado desde finales del siglo XIX hasta hoy en día, constituyendo uno de los métodos más importantes para la identificación de individuos. El creador de la dactiloscopia como método científico fue Francis Galton en 1892 con su obra “Huellas dactilares” donde explicó por primera vez su investigación sobre las huellas y cómo con estas se podía establecer una relación entre los dibujos dactilares y la persona, sin embargo, el pionero fue Henry Faulds, un médico escocés el cual en 1880 propuso el uso de las huellas dactilares para la identificación criminal. La dactiloscopia como prueba de identificación llegó a España a principios del siglo XX gracias al Doctor Federico Olóriz el cual presentó un modelo de clasificación basado en el del argentino Juan Vucetich, éste aparte de desarrollar un sistema para la identificación de personas a través de sus huellas dactilares, también fue el responsable de resolver el primer caso de asesinato utilizando la dactiloscopia en 1891. Por otra parte, en 1901, el inspector general de la policía india, Edward Henry, añadió huellas dactilares a los ficheros policiales y desarrolló un sistema de clasificación de huellas que se sigue utilizando hoy en día llamado el ‘Sistema de clasificación Henry’.

La dactiloscopia analiza y compara las huellas dactilares con el propósito de establecer si pertenecen a un individuo. Antiguamente las huellas dactilares se tomaban, por ejemplo, cubriendo los dedos con tita china, grasa o aceite y después estampándolos contra un papel

dejando así su impresión, o también se utilizaban polvos de colores los cuales se esparcían sobre la superficie donde se creía que estaría la huella y luego se quitaba el exceso, revelando así la huella dactilar.

Antes del desarrollo de las pruebas de ADN, los análisis de sangre se usaban para determinar el tipo de sangre de un individuo, si se encontraba sangre en la escena del crimen, se podía comparar con el tipo de sangre de los sospechosos para excluirlos o incluirlos en la investigación y durante varios años esta fue la única herramienta biológica a la que se recurrió; se utilizaba el sistema de grupos sanguíneos ABO de Landsteiner descubierto en 1901.

Por otra parte, también se utilizaban serogrupos. La serología es el estudio de los fluidos corporales (como la sangre, el semen y la saliva). Antes del ADN se podían utilizar pruebas serológicas para determinar el grupo sanguíneo (ya que el 80% de la población poseen en sus fluidos corporales las mismas características de grupo (ABO) que la sangre), el factor RH y otras características de un individuo, lo que también utilizaban para poder generar pistas sobre un sospechoso.

Otra de las pruebas periciales que se utilizaban y eran, a parte de una de las pruebas con más peso, de gran interés a la hora de llevar la investigación, son los testimonios de testigos del crimen, ya que podían proporcionar información sobre el hecho delictivo como: la apariencia del sospechoso, el contexto de la situación, el modus operandi del crimen y otras circunstancias relevantes a la hora de la comisión del delito. En estos testimonios podíamos encontrar varias versiones identificando al acusado, describiendo lo que vio u oyó durante la comisión de los hechos o también había testigos que proporcionaban a las autoridades su opinión tanto por lo sucedido como por los sospechosos como si fuesen testigos referenciales los cuales no han estado en la escena de forma directa, pero obtuvo la información indirectamente o de terceros .

Los interrogatorios policiales eran herramientas de la investigación que estaban altamente presentes y se utilizaban para obtener confesiones o información de los sospechosos. Sin embargo, los interrogatorios en el pasado no llevaban una regulación por lo que los cuerpos policiales utilizaban métodos bastante cuestionables ya que muchas veces obtenían dichas

confesiones a través de la violencia, engaños o amenazas; además de utilizar también el aislamiento del sospechoso consiguiendo así debilitarlo y hacerlo más susceptible a que al final hiciese lo que los investigadores querían. Este tipo de interrogatorios abusivos conducían a obtenciones de confesiones falsas perjudicando así la investigación. Todo esto se debía a que, por la falta de avances científicos en las investigaciones forenses y sus técnicas, los investigadores se sentían “obligados” a recurrir a estos métodos con tal de obtener información, además de que existía una fuerte presión por parte de la sociedad por que los crímenes se resolviesen de forma rápida.

Por último, antes de la prueba pericial establecida del ADN también se utilizaban reconocimientos visuales. Éstos han sido los instrumentos más antiguos y usados en el ámbito de la investigación criminal y dentro de ellos podemos encontrar tales como las ruedas de reconocimiento o los reconocimientos fotográficos. La diligencia de reconocimiento por excelencia históricamente hablando ha sido la rueda de reconocimiento (también conocida como “rueda de presos”), y en esta se mostraban en una sala a diferentes sujetos con características parecidas, en los cuales podía estar el culpable y la víctima o testigos determinaban si estaba presente el autor de los hechos. También había otra opción en la que se les mostraba a los testigos una serie de fotografías para que indicasen si alguno de ellos era el responsable del delito (mismo procedimiento con la única diferencia de que uno era presencial y el otro a través de imágenes). Añadir que, las fotografías no sólo se utilizaban para la identificación de un único sospechoso de un crimen, sino que también se utilizaban en investigaciones de crímenes en serie comparando sus fotografías con la de sospechosos de casos anteriores. También, para la localización de personas desaparecidas, ya que comparaban sus fotografías con personas sin hogar, pacientes en hospitales o psiquiátricos o presos; a su vez que utilizaban las imágenes proporcionadas por familiares o amigos de personas desaparecidas con los cuerpos de víctimas encontradas (aunque más tarde tendría que haber una confirmación por parte de la familia).

Por otra parte, el uso del reconocimiento por voces no era la herramienta más certera pero también era posible, y esta consistía en que, dentro de una rueda de reconocimiento, los integrantes de dicha debían pronunciar algunas frases o palabras y el testigo o la víctima debía manifestar si alguna de las voces que había escuchado coincidía con el culpable.

A partir de la década de 1980, los tribunales de justicia incorporaron el análisis del genoma humano como una herramienta para resolver casos complejos y supuso una revolución en la investigación criminal y en la resolución de casos, tanto antiguos como presentes. En 1984, el científico Sir Alec Jeffreys, marcó un antes y después en la historia de la criminología al desarrollar una técnica que permitió identificar individuos a partir del análisis de su polimorfismo genético, esto se refiere a las variaciones que existen en el ADN de los individuos (excepto gemelos monocigóticos). Estas diferencias, las cuales están presentes en regiones específicas del ADN denominadas polimorfismos de ADN (ADNp), permiten generar un perfil genético único para cada persona. Esta técnica, que inicialmente se utilizó para la resolución de un caso de inmigración, al final asentó las bases para la aplicación del análisis genético en investigaciones criminales.

2.1.2 Evolución de la prueba de ADN.

El análisis del ADN para la identificación de las personas se basa en algo bastante sencillo, y es que la genética del ser humano es única en cada uno de ellos; aunque dos personas puedan presentar similitudes en ellas (como puede ocurrir con familiares cercanos), nunca son genéticamente idénticos, ni siquiera en gemelos monocigóticos, y esto se debe a las posibles millones de combinaciones de ADN que surge con la fusión del óvulo y el espermatozoide. A pesar de la similitud en el genoma humano, siempre existe fragmentos del material genético que varían de una persona a otra. Las regiones que presentan esta 'variabilidad' en la población se denominan regiones polimórficas y al analizar estas partes, podemos comprobar que la probabilidad de que dos personas sean genéticamente iguales se vuelve prácticamente imposible.

La aplicación de la genética forense abarca una gran cantidad de posibilidades como: la identificación de sospechosos, donde a partir de muestras biológicas como sangre, sémenes, saliva o cabellos, se puede determinar la identidad de un individuo, ya sea un sospechoso, una víctima o un testigo; en análisis de paternidad, investigaciones criminales en el que analizamos el ADN de la escena del crimen para compararlos con el de los sospechosos y

poder encontrar así culpables, en resoluciones de casos de personas desaparecidas, comparando el ADN de los restos encontrados con el de familiares de personas desaparecidas para poder así identificarlas, o, en casos de catástrofes donde se haya producido un gran número de fallecidos para poder así identificarlos.

Aun así, la genética forense no surgió como una disciplina independiente, sino que evolucionó a partir de la hemogenética forense, una rama de la ciencia que surgió a principios del siglo XX, en la que se centró en la identificación genética para casos de crímenes y pruebas de paternidad, utilizando como base el estudio de los grupos sanguíneos y las proteínas séricas. Pero a pesar de sus avances, la hemogenética forense presentaba muchas limitaciones, sobre todo en lo referente a las cantidades y calidad de las muestras biológicas requeridas para el análisis.

A mediados del siglo XX, el descubrimiento del ADN y los avances en las técnicas de análisis de esta molécula marcaron un antes y un después ya que permitieron el desarrollo de la genética forense como una disciplina autónoma y en constante evolución. La aplicación del ADN en la resolución de casos judiciales, sin embargo, no se produjo hasta 1985 con los trabajos anteriormente mencionados de Alec Jeffreys.

La hemogenética a pesar de todos los avances que conllevó, también presentaba limitaciones como podían ser que se requerían unas cantidades de muestras bastante grandes para poder analizarlo, lo que dificultaba las investigaciones en las que se contaba con muestras pequeñas o degradadas. La integridad de la muestra era crucial para obtener los resultados, lo que limitaba su aplicación en los casos en los que dicha muestra se hubiera alterado por factores externos como ambientales o biológicos; y también, no era posible analizar otros tipos de muestra como pudieran ser pelos o restos óseos. Gracias a la estructura del ADN y su capacidad para almacenar información genética se convirtió en la herramienta ideal y permitió superar estas limitaciones, abriendo un nuevo camino en la investigación criminal y la resolución de casos.

El descubrimiento de la estructura del ADN no solo proporcionó una comprensión más profunda de su función, sino que también inauguró una nueva era de descubrimientos en el

campo de la biología molecular (la cual se enfoca en el estudio de los ácidos nucleicos y sus proteínas, pudiendo así realizar procesos biológicos fundamentales en el funcionamiento de las células, almacenando información genética y transmitiéndola a sus generaciones descendientes). La investigación en este campo, tanto en genética como en biología molecular, ha permitido significativos avances en el entendimiento del ADN y sus funciones, y estos avances han llevado a técnicas tan desarrolladas como la secuenciación del ADN permitiéndonos analizar y comprender con alto grado de detalle la composición genética.

Dentro del estudio del ADN en el ámbito de la Genética forense, encontramos los polimorfismos, los cuales son un elemento fundamental para el análisis de ADN en casos forenses y también en pruebas de paternidad, estudiándose fundamentalmente el ADN ‘no codificante’ (secuencias de ADN que no codifican proteínas, el cual constituye el 98% del genoma humano y es muy variable); este tipo de ADN no codifica proteínas (por lo cual no podemos saber información como el color de ojos o enfermedades hereditarias) el cual es el más abundante en el genoma y muy variable en la población. El motivo por el cual se utiliza la parte no codificante (también denominado ADN basura o no funcional) se debe a que este presenta mayor variabilidad entre individuos que el codificante, lo que significa que proporciona mejor capacidad para distinguir en la muestra a varias personas, lo que es crucial para la identificación forense. El uso del ADN no codificante es, más fácil de analizar lo que conlleva a una agilización de los procesos de extracción y análisis de las muestras obtenidas, hecho muy importante porque el tiempo en las investigaciones forenses son vitales ya que el paso de este puede afectar a la calidad e integridad de las muestras obtenidas si no se almacenan de forma adecuada o también puede provocar que el culpable se haga impune o huya en el transcurso de la investigación.

Los polimorfismos son “variaciones de la secuencia de ADN entre individuos de la misma especie”, y en cuanto a las aplicaciones de los polimorfismos de ADN en Genética forense, ha supuesto un cambio radical en relación con las pruebas de parentesco biológico, identificación de individuos y criminalística.

Actualmente se están realizando avances significativos a la hora de las investigaciones gracias a nuevas técnicas basadas en nuestra información genética como el fenotipado forense: una herramienta la cual permite predecir la apariencia física de un individuo a partir

de su ADN. Esta técnica estudia determinados genes que configuran nuestro aspecto físico pudiendo llegar en un futuro a permitir realizar una estimación de la apariencia física de un sujeto a raíz de una muestra de ADN, abriendo un abanico de posibilidades como, por ejemplo: para la identificación de sospechosos, la resolución de crímenes o la búsqueda de personas desaparecidas entre otras tantas.

2.2 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

1. **ADN** (Ácido desoxirribonucleico):

Constituye el material genético que alberga la información hereditaria en los seres humanos (y prácticamente en el resto de organismos); además es una molécula necesaria para el desarrollo, funcionamiento y reproducción de los organismos vivos. Consiste en una doble hélice formada por una larga y delgada cadena de nucleótidos que se enrollan entre sí, las cuales se componen de un grupo fosfato, un azúcar llamado ribosa o desoxirribosa y una de cuatro bases nitrogenadas: adenina (A), timina (T), citosina (C) y guanina (G). La secuencia de estas bases nitrogenadas en el ADN determina la información genética específica de un individuo y guían el desarrollo y las características hereditarias de un organismo.

En la estructura del ADN encontramos el ADN nuclear y el mitocondrial; el nuclear lo podemos ubicar en el núcleo de las células, formándose así los cromosomas los cuales contienen el material genético, y dentro de ellos se localizan los genomas. Por otro lado, el ADN mitocondrial es un pequeño cromosoma circular ubicado en las mitocondrias que proviene únicamente de la madre debido a que en la fecundación solamente logra entrar en el óvulo el ADN del núcleo del espermatozoide. Además, su análisis es de gran importancia forense ya que es más útil en muestras degradadas y el único que se puede analizar en pelos sin bulbo (muestra que aparece muy frecuentemente en escenas delictivas).

EL ADN es un tipo de ácido nucleico que alberga las instrucciones genéticas más importantes para el desarrollo y funcionamiento de todos los seres vivos (y también de algunos virus conocidos como virus ADN), además, desempeña un papel fundamental en la transmisión de características hereditarias. La principal función de la molécula de ADN consiste en almacenar información a largo plazo para la construcción de otros componentes celulares, como proteínas y moléculas de ARN (también conocido como ácido ribonucleico, que tiene una estructura parecida al ADN, pero transfiere información del genoma a las proteínas). Los segmentos específicos de ADN que llevan esta información genética se denominan genes, mientras que otras secuencias de este componente cumplen propósitos estructurales o intervienen en la regulación del uso de la información genética.

2. **STRs** (Short Tandem Repeats):

Los microsatélites son fragmentos de ADN que se caracterizan por ser altamente abundantes y dispersos a lo largo del genoma (presentando repeticiones de 2-8 pb). Los polimorfismos en STR surgen debido a las variaciones en el número de copias del elemento repetido presentes en una población de individuos, son muy pequeños de tamaño oscilando entre 50-500 pb, y ofrecen un alto poder de discriminación cuando se emplean para la identificación genética. Pero la información obtenida de los STR no proporcionan detalles sobre salud o genética ya que se derivan del estudio del ADN 'no codificante' garantizando así la privacidad de la persona. Por último, estos fragmentos son fácilmente amplificados mediante la reacción en cadena de la polimerasa (más conocido como PCR, la cual es una técnica que permite la amplificación in vitro de pequeños segmentos de ADN, con el cual, con una única cadena se pueden generar millones de copias del fragmento, amplificándolo y dando lugar a un mejor análisis) facilitando así su análisis y su uso en bases de datos policiales para la comparación y búsqueda de perfiles genéticos.

El descubrimiento de los microsatélites (STR) en 1984 dio impulso a la investigación en el ámbito de la Genética forense, ya que dentro de los STR podemos encontrar tanto del cromosoma Y como del X, los cuales dan información de vital importancia, y los STR autosómicos. Los STRs del cromosoma Y son particularmente útiles en la evaluación de

muestras en las que el material genético del agresor de sexo masculino está presente en baja cantidad y se encuentre mezclado con el ADN de la víctima de sexo femenino. A pesar de su tamaño reducido en comparación con otros cromosomas humanos, el Y contiene los genes responsables del desarrollo del sexo masculino y solo está presente en estos individuos, transmitiéndose de generación en generación; por último, los STR del cromosoma Y permite establecer relaciones patrilineales ya que este cromosoma se hereda de forma intacta y con una recombinación mínima de padres a hijos varones. Por otro lado, el cromosoma X representa un total del 5% del material genético, y se utiliza en la investigación criminológica cuando existen dudas sobre la paternidad entre un padre y su hija cuando la madre no está presente, para determinar el vínculo biológico entre la abuela paterna y su nieta en ausencia del padre, para establecer la relación de parentesco entre dos hermanastras que comparten el mismo padre biológico, y por último, en situaciones de incesto donde se requiere determinar si el padre de la víctima o su hermano han engendrado a la hija de la víctima.

Por otra parte, los STR autosómicos son secuencias cortas de ADN que se repiten en tándem y se encuentran en los cromosomas autosómicos, es decir, aquellos que no son cromosomas sexuales (X e Y). Estas secuencias son altamente polimórficas, lo que significa que varían significativamente entre individuos, y debido a esta variabilidad, los STR autosómicos son muy útiles en la genética forense; además, son marcadores ideales para la identificación de personas y el análisis de relaciones familiares debido a las variaciones de longitud que presentan en cada individuo. La probabilidad de que dos personas no relacionadas compartan el mismo número de repeticiones en un mismo STR autosómico es muy baja, por lo que los convierte en marcadores genéticos altamente discriminativos.

3. Genética forense:

Es una especialidad de la genética que se enfoca en analizar muestras biológicas como saliva, semen, sangre, cabello y otros restos biológicos o no biológicos pero que puedan contener este material para identificar y tipificar el ADN, obteniendo así el perfil genético que permite identificar a un individuo.

La genética forense emerge como un conjunto de técnicas y metodologías que se sustentan en el análisis de la variabilidad genética entre individuos, donde su objetivo principal reside en la individualización de la procedencia de fluidos o restos biológicos hallados en escenarios de crímenes o en los cuerpos de las víctimas. Esta información genética se convierte en una herramienta de gran importancia para la investigación criminal, permitiendo identificar a los responsables de delitos, exonerar a personas inocentes y esclarecer hechos complejos.

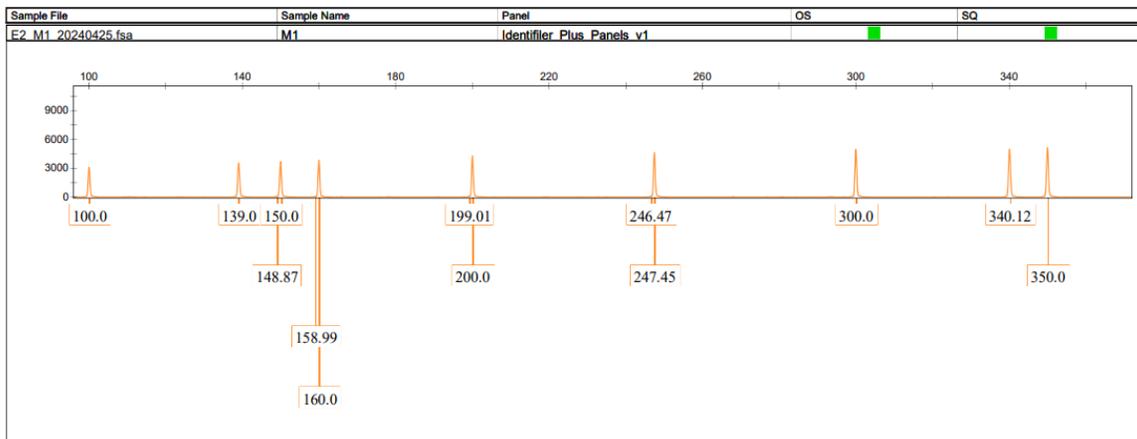
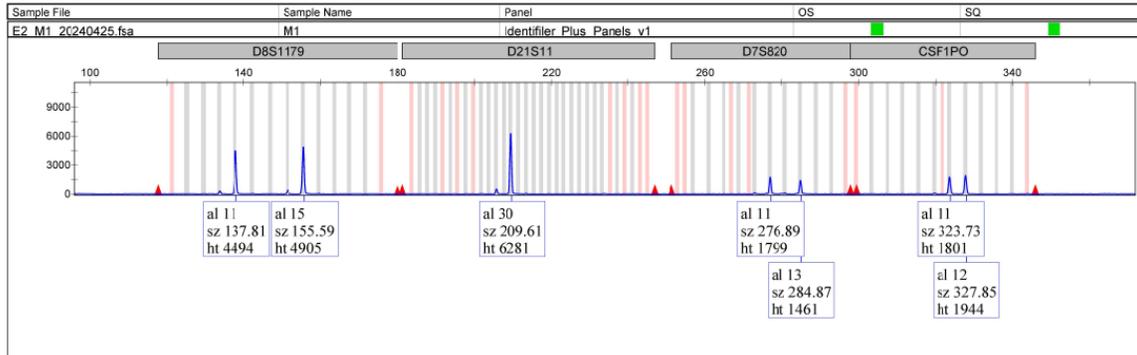
4. **Perfil genético:**

También conocido como huella genética, consiste en la información contenida de los datos codificados en las secuencias de ADN de cada individuo (con la excepción de los gemelos monocigóticos), siendo único para cada persona. Esta característica posibilita su uso como una forma de identificación única e intransferible para cada persona.

El perfil genético es una herramienta ideal para establecer identidades de personas desaparecidas, confirmar relaciones familiares y vincular personas de interés con escenas de crímenes entre otras.

Para obtener el perfil genético de una muestra se pasa por diversas fases, más concretamente por 4: la primera es la fase de extracción en la cual se produce una rotura de células para liberar el ADN del núcleo; a continuación, se realiza la cuantificación en donde se mide la cantidad del ADN extraído. En tercer lugar, realizaremos la amplificación, que se realiza a través de la técnica de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa); y, por último, se realiza el análisis de los fragmentos sustraídos mediante secuenciación. Al final de todo este proceso, obtenemos el perfil genético de la persona (único a excepción de gemelos homocigóticos).

Por lo que obtenemos un electroferograma donde se nos indica el marcador o locus analizado y las variantes alélicas o alelos para ese marcador.



Un electroferograma es una representación gráfica que muestra los resultados de la separación de moléculas de ADN, ARN o proteínas mediante electroforesis capilar; pero en el contexto del análisis de STR autosómicos, el electroferograma muestra los fragmentos de ADN amplificados y separados según su tamaño, siendo una herramienta fundamental en genética forense y pruebas de parentesco para analizar y comparar perfiles genéticos, entre otras.

5. Bases de datos:

Las bases de datos en el ámbito forense están definidas como: “ el conjunto de programas informáticos donde se almacena de modo ordenado y coherente la información de los perfiles genéticos, así como todo dato asociado a la muestra/individuo, información que luego puede ser recuperada y comparada de modo automático de acuerdo con parámetros previamente establecidos”.

En el campo de la genética forense, se ha dado un salto importante gracias a los avances tecnológicos en los métodos de genotipificación y bioinformática, estos avances han permitido generar una cantidad enorme de información genética que necesita ser almacenada de forma organizada y eficiente para su uso posterior, de aquí la importancia de las bases de datos. La información acumulada es crucial para calcular los índices forenses, los cuales son de gran importancia para la investigación criminal y la identificación de personas.

6. Criminología:

Es una ciencia multidisciplinar que se encarga del estudio científico del crimen, la conducta delictiva, sus causas y consecuencias, así como del sistema de justicia penal y las respuestas sociales ante el fenómeno criminal, además de las víctimas implicadas y el control social del comportamiento desviado. Su objetivo principal es comprender los factores que influyen en la aparición del delito y desarrollar estrategias para prevenirlo y controlarlo. Por otra parte, abarca una amplia gama de áreas de estudio, como la psicología criminal, la sociología del crimen, la victimología, la prevención del delito y la política criminal entre otras.

3. OBJETIVOS

En este apartado se detallarán los objetivos específicos que se pretenden alcanzar con la realización del presente Trabajo de Fin de Grado. Estos objetivos están estrechamente relacionados con el tema de investigación, el cual es la importancia de la prueba pericial del ADN en la resolución de casos delictivos.

Los objetivos planteados del TFG son los siguientes:

Objetivo 1: Demostrar la importancia del estudio del ADN para la resolución de casos delictivos y su impacto a nivel social y científico.

Objetivo 2: Cuántos tipos de bases de datos forenses existen y profundizar a nivel nacional.

Objetivo 3: Cuántos casos resueltos en España se han solucionado gracias a la pericia del ADN.

4. METODOLOGÍA

El principal objetivo de explicar la metodología utilizada en el trabajo es poder organizar y darle sentido a la investigación desarrollada. Esto ayuda a que la información esté centrada y que nos orientemos a obtener unos resultados claros y concisos.

Para este proyecto se ha utilizado una metodología cualitativa donde se da más importancia a los datos y su contenido que a las cifras en sí, por lo que este método referencia la calidad de la información, no es medible ya que está orientado a una búsqueda exhaustiva de información y tiende a tener un toque subjetivo.

Dentro de los métodos cualitativos hay que centrarse en el tipo de metodología que se ha aplicado en este estudio la cual se ha basado en una revisión bibliográfica para poder recopilar y analizar la información relevante del tema de investigación; esta es una herramienta fundamental en la investigación científica ya que permite obtener una visión amplia de un área específica, así también como puede ayudar a identificar algún problema o dato de especial interés para el tema elegido.

Para poder llevar a cabo la revisión, he utilizado a lo largo del proceso de investigación distintos tipos de fuentes de información nacionales como han sido informes redactados por el Ministerio de Justicia española y sus bases de datos como ‘las bases de datos policiales de identificadores obtenidos a partir de ADN’, la SEBBM (Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular), el Centro Nacional de Desaparecidos (CNDES) o el Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias forenses. Y también fuentes internacionales como el National Institute of Justice, Forensic Science Review o la INTERPOL.

Incluyendo también libros especializados donde se consultaron obras académicas relevantes como “García-Pablos de Molina, A. (2008). Criminología: Introducción a sus fundamentos teóricos y aplicados. Tirant lo Blanch”, “Rodríguez Manzanera, L. (2002). Criminología. Editorial Porrúa” o “Crespillo Márquez, M.C., & Barrio Caballero, P.A. (2019) Genética Forense: del laboratorio a los Tribunales”, que han proporcionado una base teórica sólida para entender conceptos clave, así como una orientación para el desarrollo del estudio. Revistas especializadas con artículos científicos en el ámbito forense que ofrecen resultados

de investigaciones relevantes obtenidos mediante evidencias empíricas como la ‘revista de Derecho Penal y Criminología de la UNED’, la revista de Bioética y Derecho o Mètode, y bases de datos académicas, las cuales recogen la información establecida en la red relacionada con el ámbito criminalístico.

Esta revisión bibliográfica se realizó de forma metódica y exhaustiva, utilizando palabras clave e identificando y seleccionando la información más importante para poder llevar a cabo el estudio. Más tarde, analicé y condensé la información recopilada a lo largo de la investigación para poder responder a las ideas planteadas al principio del trabajo y así poder alcanzar los objetivos que me propuse para llevar a cabo el TFG. Finalmente, los resultados que obtuve de dicha revisión los integré a lo largo de la investigación tanto en puntos como la introducción con la delimitación del tema o su justificación, como en el marco teórico con los antecedentes o los objetivos propuestos, proporcionando así una base sólida para el desarrollo de la idea y de los resultados obtenidos.

Por otra parte, para desarrollar mi trabajo de investigación, he seguido el siguiente planning de trabajo desde el momento en que se me asignó mi tema elegido y tutora, el cual voy a representar a través de un diagrama elaborado mediante una tabla con el tiempo empleado para cada apartado con el que me he organizado.

	01/03	14/03	28/03	11/04	25/04	09/05	23/05	06/05
Planteamiento	■							
Información	■	■	■	■	■			
Antecedentes H.		■	■					
Objetivos			■	■				
Redacción objet.			■	■	■			
Palabras clave						■		
Propuestas						■	■	
Conclusiones y Resum.							■	■
Perfilar TFG								■

5. RESULTADOS

En este apartado se presentarán los resultados obtenidos referentes a los objetivos propuestos para este trabajo de investigación. Los resultados se han obtenido siguiendo la metodología descrita en el apartado anterior y están conforme con los objetivos propuestos.

A continuación, detallaré los resultados para cada uno de los objetivos específicos planteados:

- **Objetivo 1**: Demostrar la importancia del estudio del ADN para la resolución de casos delictivos y su impacto a nivel social y científico.

El ADN ha revolucionado la Genética Forense al proporcionar una herramienta importante para la identificación de individuos y la resolución de crímenes. Su capacidad para proporcionar pruebas sólidas y precisas ha llevado al cierre de casos tanto actuales como pasados, demostrando ser especialmente valiosa, brindando justicia a víctimas y sus familiares incluso décadas después de que se hubiese cometido el crimen.

Uno de los aspectos más impactantes del análisis de ADN y de sus contribuciones más notables en la Genética Forense es que juega un papel crucial, ya que gracias a los avances tecnológicos que han surgido sobre este ámbito hemos podido mejorar en la disciplina, ayudando así a cerrar los casos de manera más rápida y efectiva. En muchos casos, crímenes que han quedado sin resolver durante décadas han sido reabiertos y finalmente resueltos gracias al análisis de ADN, ya que muestras de evidencia biológica recolectadas décadas atrás pueden ser reevaluadas con técnicas más sensibles y precisas. La introducción de la secuenciación de nueva generación (NGS) ha permitido una mayor eficiencia y precisión en la obtención de perfiles genéticos, incluso a partir de muestras de ADN degradadas o contaminadas, ya que antes eran consideradas inútiles para la identificación genética e imposibles de resolver debido a su deficiente calidad de evidencias biológicas. Esta tecnología ha sido fundamental para la resolución de casos antiguos en los que estas evidencias biológicas habían sido mal almacenadas o procesadas en el pasado (Budowle y Moretti, 1999).

La aplicación del ADN en las investigaciones forenses ha impactado en el sistema a nivel social dando mayor confianza a la población en el sistema de justicia establecida ya que la resolución de los delitos se lleva de forma más precisa e imparcial, dando lugar a menos margen de error y brindando garantías de justicia a víctimas y familiares. Además, esta prueba junto a sus bases de datos ha permitido un aumento en la prevención del delito y al establecerse los perfiles en las bases ha ayudado a enlazar delitos cometidos por una misma persona, previniendo a su vez que esta pueda cometer nuevos delitos; además si esta persona vuelve a cometer alguna infracción, al tener recopilados ya sus datos, obtenemos una resolución más rápida y eficiente.

En lo referente al impacto científico que ésta haya podido tener, podemos destacar que el desarrollo de las técnicas de ADN han ayudado a identificar a sospechosos a partir de muestras encontradas en la escena del crimen o a identificar a víctimas o desaparecidos, además de certificar pruebas de paternidad junto todo lo relacionado en ese ámbito (como problemas con padres sobre la manutención de los hijos, herencias, etc.). El desarrollo del estudio del ADN mitocondrial ha permitido a su vez poder identificar individuos en casos de contar con muestras de ADN degradadas o cuando no se disponía de ADN nuclear. Por otra parte, se ha podido vincular distintas escenas de crímenes cometidas por el mismo autor incluso cuando estas se cometían en diferentes lugares o épocas, además de permitir poder reabrir y resolver casos que anteriormente no se pudieron por falta de avances tecnológicos o exonerar a personas que fueron injustamente condenadas por una mala praxis y que, con estos avances se pudo comprobar su inocencia y brindarles justicia, tanto a ellos como a las familias afectadas y castigar al verdadero culpable.

Con el avance de las técnicas de investigación del ADN se ha podido abrir nuevos campos de investigación como el ADN ancestral o el fetal. Con el análisis del ADN ancestral podemos rastrear la ascendencia de personas y establecer así vínculos familiares siendo útil a la hora de investigaciones criminales porque con ello podemos ayudar a resolver casos de adopciones ilegales, de personas desaparecidas o que gracias al ADN de un familiar podamos encontrar al autor de un delito el cual no estuviese registrado en las bases de datos. Por otra parte, con el ADN fetal podemos llegar a identificar a sospechosos en casos de agresiones sexuales.

Quería plantear cómo el ADN era de vital importancia en la Criminología y en su uso para la resolución de casos; cómo el avance tecnológico y los nuevos métodos de investigación y uso de este material han permitido avances tal y como la identificación de un sujeto a través de vestigios biológicos mínimos, como, por ejemplo, en un caso de asesinato en 1989 que 30 años después se resolvió el crimen con la muestra de ADN más pequeña analizada (este caso trata de cómo se resolvió el crimen de una niña de 14 años en Las Vegas, la cual había sido violada y estrangulada; en aquella época se encontraron vestigios de semen en la camisa de la niña, pero sólo lograron obtener 15 células y aislar 0.12 nanogramos de ADN, y no es hasta años más tarde que gracias a una donación anónima, se pudo resolver). Esto demuestra cómo el avance que actualmente tenemos nos da una amplia gama de oportunidades para poder cerrar también crímenes antiguos los cuales no pudieron resolverse debido a la falta de información y métodos tecnológicos, además de demostrar cuán gran impacto a nivel científico se ha obtenido.

Hoy en día podemos, a partir de un único cabello o una mancha mínima de sangre, descubrir la identidad de un sujeto, donde también grupos forenses están realizando investigaciones con marcadores físicos para poder predecir características individuales a partir de ellas y así poder ser utilizados en un futuro en investigaciones policiales de algún crimen cometido, además, que se podrían deducir datos con muestras de ADN mitocondrial y marcadores del cromosoma Y sobre el origen geográfico del dueño de la muestra gracias al uso de marcadores informativos de la ascendencia (AIMs). Este tipo de marcadores ya se utilizan actualmente en algunos casos los cuales el perfil genético de la muestra no permite su identificación pero la predicción del perfil biogeográfico podría ayudar a resolver el crimen, como por ejemplo, en el crimen ocurrido en nuestro país sobre Eva Blanco en 1997 que no fue hasta casi 20 años después que gracias a estos marcadores se pudo resolver, ya que hasta la fecha no se había encontrado culpable alguno aun habiéndose hecho numerosas pruebas e incluso llegando a que 2000 vecinos del lugar del suceso se ofreciesen voluntarios para dar una muestra de ADN y que fuesen cotejadas. Sólo se tenía una muestra de semen el cual no coincidía con nadie en las bases de datos, esta muestra fue mandada al Instituto de Ciencias Forenses de la Facultad de Santiago de Compostela y allí se determinó que la muestra correspondía a una persona del norte de África, así que se realizó una recogida de muestras

a toda persona marroquí de la zona y gracias a que el hermano del agresor dio voluntariamente una muestra se pudo llegar al culpable de dicho crimen.

Hablando del impacto científico con las pruebas de ADN, encontramos los campos de investigación con el ADN ancestral y cómo con este se podía resolver casos, por ejemplo, de adopciones ilegales. Curiosamente en España tuvimos un caso de este tipo en el cual se estima que robaron bebés durante la época del franquismo en las clínicas Santa Cristina y San Ramón de Madrid y fueron vendidos a parejas sin hijos a cambio de dinero. Este es el caso ‘Sor María’ (monja acusada de formar parte de estos delitos). Se han abierto investigaciones utilizando pruebas de ADN para poder encontrar a las verdaderas familias de esos bebés robados. Aunque este caso no sólo ayuda a demostrar la gran utilidad e impacto científico del ADN, sino también su gran impacto social ya que este fue un caso grave de nuestro país al cual afectó no sólo a padres, sino también a hijos a los que se les han vulnerado sus derechos y les han creado una infinidad de traumas, y con la ayuda de esta prueba se les va a poder otorgar justicia, brindarles la oportunidad de conocer realmente a sus familias biológicas y proporcionarles una identidad.

Como exponía en el objetivo, las pruebas de ADN junto con las bases de datos son cruciales para las investigaciones forenses, además de los avances tecnológicos que se han tenido a lo largo de los años, y un caso real en el que el uso y estudio del ADN junto con las bases fue determinante para su resolución fue el caso de la identificación y captura de Joseph James DeAngelo, más conocido como ‘el asesino de Golden State’. Éste fue un asesino en serie acusado de cometer varios delitos de robo, asesinato y asaltos sexuales durante la época de los 70 / 80 en California, Estados Unidos. Durante todo este tiempo hasta el año 2018 su identidad era desconocida y el caso se mantuvo sin resolver, pero en este año se decidió reabrir el caso y mediante el avance de las técnicas de ADN utilizaron las muestras encontradas en una de las escenas del crimen para compararlo con una base de datos pública y encontrar al delincuente a través de familiares cercanos que habían compartido su información genética en estas bases de datos. Una vez encontrado al sospechoso se le hizo a este una prueba de ADN y realizaron una comparación de la ya obtenida anteriormente. La muestra coincidió y esto permitió acusarlo de los delitos efectuados en la época de los 70. Más tarde en 2020 se le declaró culpable y fue sentenciado a 11 cadenas perpetuas por los

delitos cometidos años atrás.

El ADN ha revolucionado la ciencia forense, convirtiéndose en una herramienta indispensable para la resolución de crímenes tanto actuales como pasados. Su capacidad para identificar a individuos con una precisión extraordinaria ha permitido reabrir casos “fríos”, exonerar a personas condenadas injustamente e incluso imputar a los verdaderos responsables de graves delitos.

Las ventajas del uso del ADN en la investigación conllevan una alta precisión a la hora de condenar a una persona; como éste es único para cada persona, posee un gran poder discriminatorio; también contamos con que esta molécula posee un alto nivel de durabilidad ya que puede sobrevivir en distintos ambientes durante mucho tiempo, y añadir, que en caso de necesitarlo, existe posibilidad de reanálisis de la muestra, es decir, se puede volver a analizar dicha muestra incluso años después de la investigación, si ésta se encuentra debidamente conservada.

Un ejemplo de donde el uso del ADN ha permitido reabrir crímenes antiguos importantes históricamente por su gran impacto social, los cuales aún no fueron resueltos, lo encontramos con el caso de Jack el Destripador. Éste fue un asesino en serie de Londres del siglo XIX, acusado en 1888 de haber matado al menos a cinco mujeres (prostitutas a las cuales mutiló y desfiguró extirpándoles órganos a sus cuerpos), en el que después de más de 130 años, seguía sin obtener respuestas ya que a pesar de las numerosas investigaciones y teorías que se han llevado a cabo se seguía manteniendo el agresor en el anonimato. Sin embargo, en 2018, un estudio de ADN llevado a cabo por los científicos Jari Louhelainen, David Miller y el empresario británico Russell Edwards dio un nuevo giro al caso. Analizaron las muestras de ADN de una bufanda ensangrentada encontrada cerca del cuerpo de la cuarta víctima y encontraron manchas de sangre y semen, compararon el ADN mitocondrial con los descendientes vivos del sospechoso Aaron Kosminski, un barbero polaco de la época el cual ya había sido el principal sospechoso de la policía años atrás, y este coincidió; además, un testigo ocular y el ADN reveló que el culpable de los asesinatos tenía el cabello castaño y los ojos marrones, lo cual también coincidía con los de este sujeto. Si bien puede ser que no se pueda decir con absoluta certeza que esta persona sea el culpable, esto ha sido el avance

más significativo realizado en años.

Otro de los ejemplos en los que el ADN ha contribuido en los casos, ha sido como hemos comentado, en la exoneración de inocentes, como el caso nacional de Dolores Vázquez en donde se le acusó del asesinato de Rocío Wanninkhof (la hija de su expareja) en 1999; años después, en 2003, se produjo el asesinato de otra joven donde el ADN del asesino de esta coincidía en las bases de datos con el encontrado en el caso de Rocío, demostrando así el error judicial que se produjo y desencadenando una exoneración a su caso.

Uno de los aspectos más impactantes del análisis de ADN y de sus contribuciones más notables en la Criminología es que, en muchos casos, crímenes que han quedado sin resolver durante décadas han sido reabiertos y finalmente resueltos gracias al análisis de ADN, ya que muestras de evidencia biológica recolectadas décadas atrás pueden ser reevaluadas con técnicas más sensibles y precisas. Por ejemplo, en 1985, hubo un caso de asesinato de una mujer llamada Jane Hylton en California, el cual parecía estar resuelto ya que, gracias al testimonio de unos supuestos testigos, un señor llamado Ricky Davis fue culpado y encarcelado por el crimen en 2005. Sin embargo, años después, cuando el culpable llevaba 14 años de condena, al reabrir el caso se encontraron nuevas pruebas por las cuales en 2019 llevó a revocar la condena de este sujeto ya que al comprobar años más tarde las muestras de ADN los resultados de dichas pruebas mostraron que este no era el culpable del crimen.

Este caso junto con el de Dolores Vázquez demuestra cómo el análisis de ADN puede proporcionar justicia incluso décadas después de que se haya cometido un crimen, demostrando cómo esta prueba brinda garantías de justicia tanto a acusados injustamente con su exoneración como a las víctimas y familiares de esta, siendo un claro ejemplo de la importancia a nivel social que brinda la pericia.

En resumen, con estos ejemplos hemos demostrado la importancia de la aplicación del ADN y su impacto tanto científico como social en la resolución de casos. El avance científico a lo largo de los años ha permitido resolver crímenes que antes eran imposibles debido a la limitación de las técnicas disponibles. Por ejemplo, hemos mostrado cómo se ha podido resolver un crimen utilizando la muestra de ADN más pequeña jamás analizada, algo que era

impensable con la tecnología anterior. Otros casos notables incluyen el de Eva Blanco, donde se utilizaron marcadores de ascendencia, y el de ‘Sor María’, donde se empleó el ADN ancestral.

Además, casos como el de ‘Jack el destripador’ y el de Dolores Vázquez han demostrado el impacto social del uso del ADN. En el primero, se ha resuelto uno de los crímenes más notorios de la historia, que tuvo un gran impacto en la sociedad de la época. En el segundo, el uso de ADN ha sido crucial en un caso muy controvertido y de gran repercusión pública a nivel nacional, subrayando su relevancia en la justicia y la opinión pública.

Una cita relevante sobre la importancia del ADN como prueba pericial es la de Eric S. Lander, un genetista y uno de los pioneros del Proyecto Genoma Humano, quien mencionó: “El ADN es la evidencia forense más significativa que la ciencia ha desarrollado. Tiene el poder de exonerar a los inocentes y condenar a los culpables con una precisión que nunca antes habíamos visto” (National Institute of Justice) (Nature).

Esta declaración resalta cómo el ADN ha revolucionado la investigación criminal al proporcionar una herramienta extremadamente precisa para identificar a los culpables y liberar a aquellos injustamente acusados. Las mejoras en la tecnología de ADN han permitido resolver casos complejos y antiguos que antes eran insuperables para la justicia. (National Institute of Justice) (Royal Society).

- **Objetivo 2:** Cuántos tipos de bases de datos forenses existen y profundizar a nivel nacional.

La mayoría de países cuenta con una base de datos de ADN nacional propia donde cada uno tienen sus propias normas para decidir los perfiles que se almacenan o no. Un dato a destacar es que, aunque estas bases contengan un alto número de perfiles registrados, no contienen los registros de todos los habitantes del país, esto quiere decir, que al menos de que el ADN ya figurase en la base de datos, podemos no encontrar coincidencias en ella al analizarlas.

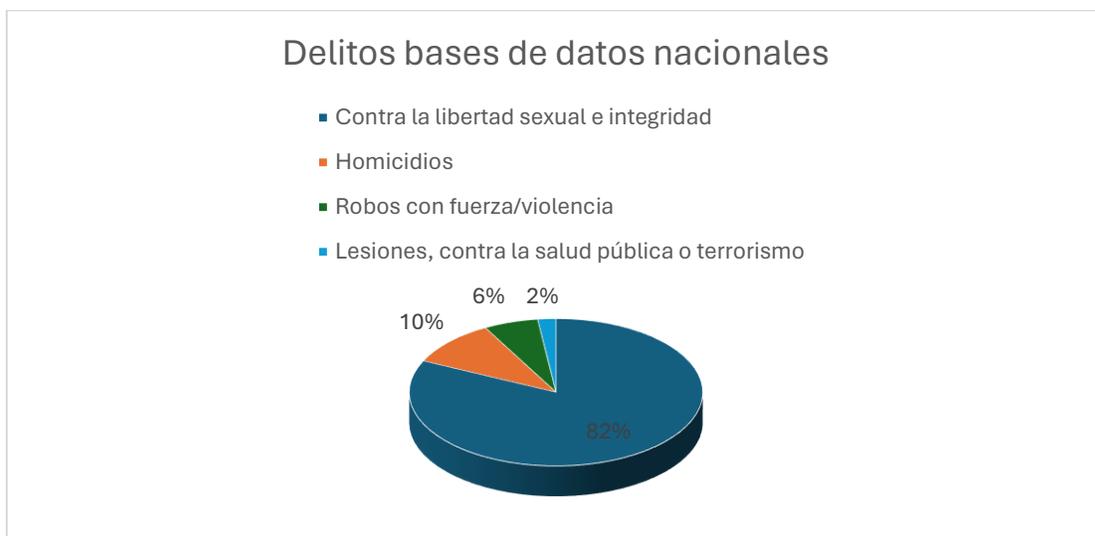
Respecto a la base de datos española, se llevó a cabo gracias a la aprobación por las Cortes Generales de la Ley Orgánica 10/2007 del 8 de octubre (‘reguladora de la base de datos policial sobre identificaciones obtenidos a partir del ADN’) en donde permite a esta base el registro de todo perfil de ADN de sospechosos, detenidos e imputados en casos de delitos graves, así como de muestras biológicas obtenidas durante investigaciones criminales y de restos cadavéricos para la identificación de personas desaparecidas. La obtención de muestras biológicas para realizar pruebas de ADN y su inclusión en la base de datos nacional requiere del consentimiento del imputado o investigado junto con su respectiva asistencia de abogado en el caso de que se haya realizado una detención o haya una autorización judicial en ausencia de ella. Recalcar que en todo momento se informa al investigado sobre sus derechos en relación con la inclusión de sus datos en la base nacional.

En España existen varias bases de datos de ADN con diferentes propósitos y gestionadas por distintas entidades como pueden ser las bases de datos policiales, de personas desaparecidas o las bases de datos de filiación, por ejemplo. Además de existir a su vez, bases de datos de ámbito autonómico.

A nivel nacional, gracias el Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (INTCF) se ha podido demostrar que el número de perfiles genéticos que se han registrado en nuestros ficheros de investigación criminal han duplicado los perfiles registrados a lo largo de los últimos seis años, esto se debe, como dijo Pilar Llop, titular del Ministerio de Justicia, el cual dirige, a que “ gracias al trabajo de los profesionales, podemos obtener con alta fiabilidad perfiles de ADN de indicios biológicos de interés criminal, y comprarlos en la Base de Datos con el ADN de personas investigadas por delitos graves, con el fin de identificar su procedencia individual”. El propósito del INTCF es comparar muestras biológicas de origen

desconocido entre sí con los perfiles ya integrados en el fichero con el objetivo de poder encontrar alguna similitud entre perfiles de ADN y que esto pueda llegar a proporcionar algún tipo de información relevante para la investigación sobre la posible implicación de un individuo en el crimen cometido.

De acuerdo con los datos recopilados en este fichero, el 82% de los perfiles registrados por el INTCF están vinculados a delitos contra la libertad sexual y hacia la integridad de la persona, incluyendo aquí también casos de violencia de género (tanto en adulto como en menores de edad). Además, el 10% de los perfiles registrados están asociados con delitos de homicidio; el 6% con delitos de robo con fuerza o usando la violencia e intimidación, y el resto de los perfiles están relacionados con delitos de lesiones, contra la salud pública, o de terrorismo. Hay que decir también que, de todos los registros, el 60% son perfiles genéticos de restos biológicos de origen desconocidos encontrados en los cuerpos, la ropa u objetos de las víctimas o de los sospechosos, o los encontrados en el lugar del crimen; mientras que el 40% corresponden a perfiles genéticos de referencia de investigados por un delito grave, los cuales se utilizan para comparar y tratar de identificar al donante de dichos vestigios en otros casos no resueltos. Durante el año 2022, la comparación entre los perfiles de ADN registrados en las bases de datos por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado (FFCCSE), las fuerzas autonómicas (FFAA) y el Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (INTCF) contribuyó al esclarecimiento de 397 delitos contra la libertad sexual, de los cuales el 53% se resolvieron mediante el INTCF.



Por otra parte, el Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (INTCF) administra también, el archivo INTCF-ADNID, el cual se enfoca en la investigación de personas desaparecidas. Los datos encontrados hasta la fecha del 31 de diciembre de 2022 reflejan que se han ingresado un total de 466 perfiles genéticos provenientes de cadáveres no identificados. Dato a resaltar, es que, una quinta parte de estos registros se han identificado gracias a la comparación de los perfiles genéticos con muestras obtenidas de familiares o de personas desaparecidas registradas en la base de datos nacional.

Un ejemplo de crimen el cual se pudo resolver años más adelante gracias al INTCF es el caso de Elisa Abruñedo, una mujer de la Coruña la cual fue violada y asesinada en la aldea de Lavandeira hace casi 11 años (el 01 de septiembre de 2013). Cuando comenzó la investigación, la Guardia Civil sólo tenía dos pistas: un posible vehículo visto la noche del crimen por testigos (un Citroën ZX de los 90) y una muestra de ADN la cual no estaba fichada. Dicha muestra se envió al Instituto de Ciencias Forenses (uno de los institutos del campo de la investigación forense más avanzados a nivel mundial) y aquí se determinó que el dueño de la muestra era un hombre de alrededor de 40 años, de origen caucásico, con piel clara, ojos oscuros y cabello pelirrojo. Con esto, los agentes iniciaron un proceso de comparación de la muestra de ADN con propietarios de coches que pudiesen ser sospechosos. Tres años después de la comisión del crimen (en 2016), gracias a las pruebas de ADN de personas voluntarias, en las cuales se incluían a familiares, de los propietarios de vehículos similares al del sospechoso, encontraron un hilo del que tirar, y es que, estas pruebas revelaron que el culpable tenía ascendencia paterna de Valdoviño, y con este dato comenzaron a realizar pruebas de ADN (voluntarias) de las familias locales y de ahí sacaron el apellido de la familia de donde era el asesino. Después de exhaustivos análisis y cruces de datos, encontraron al culpable, el cual 10 años después de la comisión del crimen (2023), confesó ser el culpable de los hechos y se pudo hacer justicia.

También he de añadir que contamos con diferentes bases de datos de ADN a nivel nacional, reguladas por la Ley Orgánica 10/2007, de 8 de octubre, las cuales destacan las siguientes: en primer lugar, tenemos la base de datos de ADN Policial, la cual gestiona el Ministerio del Interior a través de la Dirección General de la Policía Nacional. La base de datos de ADN policial contiene los perfiles de ADN de sospechosos, condenados por delitos graves y

muestras recogidas en escenas del crimen, todo esto con el objetivo de identificar a sospechosos en la comisión de delitos tales como homicidios, agresiones sexuales o robos con violencia y facilitar la resolución de investigaciones criminales. Por otra parte, tenemos la base de datos de Personas desaparecidas (o Centro Nacional de Desaparecidos (CNDES)), la cual también está gestionada por el Ministerio del Interior a través de la Dirección Nacional. Ésta contiene los perfiles genéticos de estas personas y de familiares que andan en su búsqueda, con el objetivo de poder facilitar la localización y el reconocimiento de personas que han sido reportadas como desaparecidas, pudiendo ser utilizada para comparar el ADN de estas con las muestras encontradas en escenas del crimen, de personas encontradas (en casos de secuestro, por ejemplo), de cuerpos humanos o restos sin identificar para ver si se pudiese encontrar coincidencia alguna. Como ejemplo, estas bases han ayudado durante el año de 2022 a identificar un total de 139 cadáveres.

A su vez disponemos de bases de datos de ADN de Filiación, las cuales gestionan el Ministerio de Justicia a través de la Dirección General de Justicia. Ésta contiene el ADN de progenitores, hijos y otros familiares en casos de filiación dudosa y se utiliza para resolver casos de pruebas de paternidad o maternidad biológica donde existan dudas, en posibles casos de sustracciones de recién nacidos, paternidades no reconocidas o en problemas con las mantenciones de los hijos derivadas de estas incógnitas, utilizando esta prueba en procesos judiciales relacionados. En 2022 se logró establecer un total de 57 relaciones familiares gracias a esta base de datos.

También, añadir que, en España, a parte de las bases de datos de ADN a nivel nacional, las comunidades autónomas también disponen de sus propias bases de datos. Dentro de bases de datos como el CNDES (Centro Nacional de Desaparecidos) a la hora de realizar una búsqueda podemos seleccionar los datos otorgados por cada comunidad autónoma, además de los nacionales.

Comentar que, a nivel internacional, España forma parte de uno de los 87 miembros que colaboran con la base de datos de la INTERPOL, la cual fue creada en el año 2002 y contiene actualmente más de 280.000 perfiles de ADN. Esta base de datos ha ayudado a los investigadores a establecer conexiones entre delincuentes y delitos, y a encontrar culpables

gracias a que la policía puede enviar un perfil de ADN recogido de una escena de un crimen y obtener resultados en minutos si éstos están fichados, aunque sea en otro país distinto. Esta base de datos es de gran importancia ya que, por ejemplo, en ocasiones, la búsqueda de personas desaparecidas en el país de origen no es suficiente, por lo que se recurre a la INTERPOL y coteja el perfil de ADN del cuerpo no identificado con su base de datos para poder identificarlo. Si cotejando la muestra en la base no se encuentra al sujeto, utilizan muestras de ADN de familiares que consientan colaborar en la identificación. Esto se lleva a cabo a través del servicio especializado en búsquedas de coincidencias de perfiles de ADN familiares conocido como I-Familia (primera base de datos global que facilita la identificación de personas desaparecidas mediante el cotejo internacional de perfiles genéticos con muestras de ADN de personas con vínculos familiares).

Otro sistema a destacar es el CODIS (Combined DNA Index System), el cual es un software propiedad del FBI utilizado para el almacenamiento y comparación de perfiles genéticos. Éste proporciona gratuitamente el software con una licencia y en España, el CODIS sigue una jerarquía con dos niveles: uno a nivel nacional (SDIS) el cual se encuentra ubicado en la Secretaría de Estado de Seguridad, y otro local (LDIS), ubicado en los servidores de cada laboratorio participante.

El CODIS únicamente permite la inclusión de perfiles genéticos a través de un código identificador, conocido como “Specimen ID”. No se aceptan datos personales de ningún tipo, lo que asegura la disociación de los demás datos asociados al perfil.

La finalidad de la base de datos policial de identificadores a partir del ADN, en su nodo nacional, es “cooperar con la Administración de Justicia mediante la identificación genética de vestigios biológicos y la identificación de muestras de origen conocido en investigaciones realizadas por el Ministerio del Interior y la identificación genética de personas desaparecidas y cadáveres sin identificar, con la finalidad científica, de interés público, social y judicial, en investigaciones del Ministerio”. (Memoria Diciembre 2018. Bases de Datos Policial de Identificadores Obtenidos a partir de ADN. Secretaría de Estado de Seguridad.)

Por otro lado, España, mediante la Ley Orgánica 10/2007 crea la base de datos para los procedimientos de identificación de restos cadavéricos o de averiguación de personas desaparecidas, implementado su propio sistema de bases de datos de ADN, conocido como ‘INT - FENIX’ (Interés Social), el cual tiene objetivos similares a los de CODIS.

FENIX se utiliza para almacenar perfiles de ADN obtenidos de muestras forenses en España, y al igual que CODIS, ayuda en la identificación de delincuentes desconocidos y en la resolución de casos criminales. Aunque no es exactamente lo mismo que CODIS, Fénix cumple una función similar en el contexto español y es una herramienta importante para las fuerzas del orden y el sistema de justicia del país.

- **Objetivo 3:** Cuántos casos resueltos en España se han solucionado gracias a la pericia del ADN.

He de decir que para encontrar los resultados de este objetivo propuesto no he encontrado cifras exactas ya que es muy difícil determinar cuántos casos se han podido llegar a resolver gracias a esta pericia a lo largo del tiempo, pero sí he podido encontrar alguna que otra fuente de información variada la cual podría orientarnos de cómo esta prueba ha ayudado en las investigaciones y a los cuerpos de seguridad a lo largo de los años. En general, la falta de datos específicos sobre la cantidad de delitos resueltos en nuestro país se debe a la complejidad del sistema judicial ya que no podemos saber concretamente si un delito fue esclarecido solamente gracias a esta prueba; sin embargo, sabemos gracias a todo el recorrido de la investigación que el ADN es una herramienta muy valiosa y que ha contribuido a resolver miles de casos en España.

En un informe remitido por la web de RTVE en el año 2010 podemos saber que la Policía Científica logró avances significativos en la resolución de delitos gracias al análisis de ADN. En 2009 se esclarecieron un total de 2.450 casos, incluyendo 194 agresiones sexuales, 140 homicidios y 13 delitos relacionados con el terrorismo. Además, en este mismo año, los laboratorios de la Policía Científica de la Policía Nacional elaboraron 29.170 informes periciales de ADN, lo que representa un aumento considerable en comparación con 2004 donde se realizaron 2.655. El análisis de ADN ha demostrado ser particularmente efectivo en la resolución de delitos graves, ya que en 2009 el número de agresiones sexuales resueltas mediante ADN aumentó un 36% siendo un total de 194 agresiones esclarecidas en comparación con 2008 en las que fueron 142, mientras que el número de homicidios resueltos se incrementó en un 72%, cerrando un total de 140 homicidios frente a los 72 del año anterior.

Este progreso se debe a varios factores: desde la década de 1990, la Policía Nacional ha incorporado el análisis de ADN como una herramienta fundamental en la investigación criminal y los avances en la tecnología del ADN ha permitido que estos análisis sean más precisos y eficientes. Los expertos en ADN de la Policía Científica reciben formación de manera continua para mantenerse actualizados con las últimas técnicas y metodologías y, por último, la nueva legislación ha facilitado el uso del ADN en la investigación criminal.

Por otra parte, de forma más localizada, en un informe de la Tribuna de Albacete en 2015 se pudo corroborar que, en la Comisaría de Albacete, el ADN se convirtió en una herramienta fundamental para la investigación criminal durante el año 2014. Se recopilaron un total de 70 muestras indubitadas de sospechosos y 26 restos biológicos dubitados de escenas del crimen, y aunque en el 2013 solo se resolvieron dos casos gracias a estas muestras, está la posibilidad de identificar a autores en futuros delitos. Si bien las cifras del 2014 no son las más destacadas, es importante recordar que estas pruebas no sólo sirven para resolver casos, sino que también sirven, por ejemplo, para descartar falsos culpables.

En el análisis de esos últimos 5 años, se observó una tendencia positiva en la resolución de delitos mediante ADN ya que en 2010 se resolvieron un total de 13 delitos, al año siguiente 12, en 2012 un total de 21, en 2013 fueron 8 delitos y, por último, en ese año 2014 se resolvieron 2, dando un total de 56 casos resueltos en esos cinco años gracias a las pruebas de ADN. Y dentro de esos 56 delitos 3 de ellos fueron homicidios o tentativas de, 10 robos con fuerza en establecimientos, 18 robos o hurtos de vehículos a motor, 6 robos con violencia o intimidación, 8 robos en domicilios, 2 delitos de lesiones, 1 caso de malos tratos en el ámbito familiar, 6 agresiones sexuales y, por último, un caso de delito de daños. La cooperación de las bases internacionales también fueron fundamentales ya que, gracias a las comparaciones de éstas, se pudieron obtener coincidencias en más de 11.000 casos.

Gracias al periódico 'EL MUNDO' se supo que en 2016 la Guardia Civil celebraba tras más de tres décadas, un balance de más de 1.100 delitos resueltos y 53 personas desaparecidas que pudieron ser identificadas gracias al uso de las pruebas de ADN. El Servicio de Criminalística de la Guardia Civil fue creado en 1983 consagrándose como tal en 2001 y desde entonces hasta ese año se realizaron más de 89.000 pruebas de ADN, obteniendo coincidencias de perfiles genéticos en más de la mitad.

Por último, gracias a los datos establecidos en la Memoria de 2022 del Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (INTCF) se supo que esta prueba ha jugado un papel fundamental en la investigación y prevención del delito a través de la aportación de perfiles de ADN y toxicológicos a bases de datos nacionales y europeas. Los Servicios de Biología del INTCF registraron más de 1.000 perfiles de ADN en la base de datos policial de identificadores del ADN. Estas aportaciones han permitido obtener más de 400 coincidencias en las búsquedas nacionales y europeas realizadas con el sistema CODIS (Combined DNA Index System) y a través de la plataforma Prüm; estas coincidencias han sido cruciales para la investigación forense.

En las bases de datos de la Policía se puede encontrar información sobre el número de casos cerrados en el año de interés, incluyendo la distribución de estos casos según el tipo de delito cometido. Sin embargo, dichas bases de datos no especifican de manera explícita si los casos se llegaron a resolver gracias a la prueba pericial del ADN. Por esta razón no es posible utilizar esta información para corroborar mi objetivo, ya que no se esclarece si las resoluciones se lograron mediante este método u otro.

No obstante, he considerado relevante presentar los datos encontrados en informes de años anteriores ya que evidencian cómo, a lo largo del tiempo, el uso del ADN ha sido fundamental para resolver delitos, y cómo cada vez más delitos se han esclarecido exitosamente gracias a esta técnica. Demostrando así que el uso del ADN a lo largo de los años sí ha sido efectivo, pero que hoy en día no disponemos todavía de informes más profundos en los que se puedan dar datos más detallados.

6. DISCUSIÓN / PROPUESTA

A lo largo del trabajo he podido corroborar que la prueba pericial del ADN es una herramienta fundamental en la investigación criminal y la administración de justicia. El análisis de estas muestras han sido clave para la resolución de casos (incluso en los más complejos) y en la búsqueda de la verdad; además de haber tenido un importante impacto tanto a nivel científico como social, dando cabida a la resolución de casos con gran impacto histórico (como el de Jack el destripador), reabrir casos gracias a los nuevos avances y exonerar a personas inocentes (como el caso de Dolores Vázquez) o avanzar tanto en la ciencia que se ha podido resolver un caso con la muestra de ADN más pequeña del mundo. Junto a la prueba del ADN, las bases de datos de estas, tanto a nivel nacional como internacional con la base de la INTERPOL, tienen una gran importancia pudiendo comparar perfiles obtenidos en escenas de crímenes para la búsqueda de su autor, identificar restos humanos de personas desaparecidas o, solucionar problemas de pruebas de paternidad entre muchas de los ejemplos.

En mi opinión, reflexionando sobre el futuro del ADN como prueba pericial, pienso que tiene fuertes potenciales en avances tecnológicos como puede llegar a ser: establecer un retrato robot de un individuo a raíz de una muestra de su ADN o, el poder reabrir investigaciones de crímenes pasados que por falta de avances tecnológicos a día de hoy todavía no se han podido resolver; cómo a través de una muestra degradada o contaminada se vaya a poder establecer una relación con un sospechoso o, que las redes de comunicación de las bases de datos entre países o las donaciones de muestras genéticas de personas puedan, mediante vínculos familiares y árboles genéticos, otorgar alguna línea de investigación para poder brindar justicia a estos delitos.

Sin embargo, una propuesta que me gustaría realizar actualmente sería el plantear una mayor inversión en poder reabrir algunas investigaciones antiguas y en las tecnologías que éstas necesitasen para su resolución, ya que las víctimas y familiares de esos casos también tienen derecho de recibir paz y justicia. También me gustaría proponer, gracias al tercer objetivo que planteamos, tener una base de datos más específica a lo que en ADN respecta, con ello

quiero decir que estaría bien tener alguna clase de datos que refleje cuántos casos se han podido resolver gracias a esta pericia y dentro de ese número de casos, de qué tipo de delito se trataba; con esto demostraría que obtener una base de datos de este calibre ayudaría en gran parte a proyectos de investigación.

7. CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo se ha comprobado que, las conclusiones han sido las siguientes:

- Tanto el ADN como sus bases de datos han sido muy importantes a lo largo del tiempo como prueba pericial, y es que, el análisis de las muestras de ADN han ofrecido un nivel de precisión y eficacia muy elevados a la hora de la identificación de individuos permitiendo así resolver casos que antes eran imposibles de hacer como pueden llegar a ser crímenes sin testigos o aquellos que ocurrieron tiempo atrás y que por falta de avances tecnológicos no pudieron resolverse. Así como poder realizar otro tipo de investigaciones como por ejemplo los relacionados con pruebas de paternidad, la búsqueda de personas desaparecidas o la exoneración de inocentes.
- Al comparar las muestras de ADN recogidas en escenas de crímenes con las de posibles sospechosos o con perfiles almacenados dentro de las bases de datos existentes, las investigaciones pueden avanzar de forma significativa e incluso conducir a la identificación de delincuentes que ya habían cometido otros delitos pudiendo llegar a relacionar casos e identificar delincuentes en serie. Añadiendo así que, las bases de datos de ADN que contienen perfiles genéticos de individuos condenados por delitos o de personas que han aportado voluntariamente su ADN, son herramientas fundamentales para la investigación criminal, permitiendo comparar rápidamente muestras de ADN de escenas del crimen con perfiles existentes, lo que agiliza las investigaciones y aumenta las posibilidades de identificar a los responsables.
- Gracias a los objetivos resueltos se ha comprobado cómo de importante ha sido esta prueba pericial a lo largo del tiempo demostrando así sus impactos tanto a niveles científicos como sociales y cómo las bases de datos son un complemento fundamental del análisis del ADN en las investigaciones criminales. Dentro de estas bases de datos podemos encontrar varias a nivel nacional como pueden llegar a ser las bases de datos policiales o el Centro Nacional de Desaparecidos (CNDES) e internacionales como la INTERPOL o el CODIS, las cuales tienen una relevancia bastante grande ya que gracias a la inclusión de perfiles genéticos de distintos países en estas bases de datos se han podido resolver cientos de delitos, como localizar personas desaparecidas, cotejando los perfiles, a su vez que alienta a la contribución entre los cuerpos de seguridad de los distintos países.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Butler, J.M. (2005). Forensic DNA typing: biology, technology, and genetics of STR markers. Academic Press.
2. National Institute of Justice (2013). DNA Evidence: What Law Enforcement Officers Should Know.
3. Higuera, L. (2011). Criminología. Dykinson.
4. Garrido Genovés, V. (2004). Criminología: Introducción a sus fundamentos teóricos. Tirant lo Blanch.
5. García, C. Genética Forense: La prueba de ADN.
6. Alonso Alonso, A. (2011). ADN forense, investigación criminal y búsqueda de desaparecidos. SEBBM.
7. Lorenza, C. B., & De Ciencias Humanas y Sociales, U. P. C. F. (2021). El ADN en la Criminología: utilidad, problemas éticos-jurídicos y su empleo en casos de personas desaparecidas y grandes catástrofes.
8. Carracedo, A. ADN: La genética Forense y sus aplicaciones en investigación criminal. Instituto de Ciencias Forenses, Universidad de Santiago de Compostela.
9. Carracedo, A., & Aler Gay, M. (2019). El ADN reescribe nuestra memoria. Mètode.
10. Alonso, A. (2015). Criminología genética y pruebas biológicas en la investigación criminal. Universidad de Salamanca.
11. Pineda, M. A. (2014). La protección de datos genéticos en la investigación criminal y médica. Revista de derecho penal y criminología.
12. Prieto Solla, L. et al. (2019). Interpretando la Genética forense. ¿qué puede revelar el ADN sobre un delito? SENSE about SCIENCE.
13. Pardo Mata, P. (2008) “Orígenes históricos de la Dactiloscopia. Los inicios de la Dactiloscopia en la Guardia Civil española. El estuche dactiloscópico en el Museo de la Guardia Civil, Madrid”. Universidad Autónoma de Madrid.
14. Crespillo Márquez, M.C., & Barrio Caballero, P.A. (2019) Genética Forense: del laboratorio a los Tribunales. Ediciones Díaz de Santos.
15. Gómez Rodas, J.A. (2020) “La importancia de la serología forense en la investigación criminal y forense”. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar.

16. Ministerio del Interior. Bases de datos policial de identificadores obtenidos a partir del ADN. Memoria.
17. Centro Nacional de Desaparecidos (CNDES) – Personas desaparecidas en España – Ministerio del Interior. CNDES.
18. Secretaría de Estado de Seguridad, Ministerio del Interior (2022). Bases de datos policial de identificadores obtenidos a partir de ADN.
19. Alonso Alonso, A. (2023). Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias forenses: Memoria 2022.
20. Marcadores informativos de la ascendencia. NHGRI. (s. f.). Genome.gov.

<https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Marcadores-informativos-de-la-ascendencia#:~:text=Definici%C3%B3n,distintas%20regiones%20geogr%C3%A1ficas%20del%20mundo.>

21. Martín, A. (2021). Resuelto un crimen de más de 30 años con la muestra de ADN más pequeña jamás analizada. Hipertextual. <https://hipertextual.com/2021/07/asesinato-adn>
22. Álvarez, M. G. (2020). El asesino ‘Golden State’, un sádico expolicía detenido gracias a su árbol genealógico. La Vanguardia.

<https://www.lavanguardia.com/sucesos/20200703/482051611361/joseph-deangelo-asesino-golden-state-policia-violador-adn-arbol-genealogico-culpable-las-caras-del-mal.html>

23. Jurídicas, N. (2022). Valor probatorio de las huellas dactilares. Noticias Jurídicas. <https://noticias.juridicas.com/conocimiento/tribunas/16870-valor-probatorio-de-las-huellas-dactilares/>

24. RTVE.es. (2010). La Policía Científica resuelve casi 2.500 casos gracias al ADN. RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20100502/policia-cientifica-resuelve-casi-2500-casos-gracias-adn/329724.shtml>

25. Guillamón, J. (2015). La Policía resolvió más de 50 casos gracias al ADN en el último lustro. La Tribuna de Albacete. <https://www.latribunadealbacete.es/noticia/zace44360-ad6c-b544-11c50a818fbac365/201505/la-policia-resolvio-mas-de-50-casos-gracias-al-adn-en-el-ultimo-lustro>

26. Alpuente, E. (2016). Tres décadas de análisis de ADN en la Guardia Civil y 1.000 casos resueltos. ELMUNDO.

<https://www.elmundo.es/sociedad/2016/04/25/571e2a78468aeb40158b4597.html>