

El Iris Humano Como Método de Identificación Forense

The Human Iris as a Method of Forensic Identification

Josué Peláez Guevara¹, Claritza Gutiérrez Núñez²

- Resumen:** El iris del ojo humano como sistema de identificación forense no hace parte de los métodos de identificación que rigen en Colombia, establecidos en la Ley 906 de 2004 en el artículo 251, por medio del cual instaura que para la identificación de las personas podrán utilizarse las características morfológicas de las huellas digitales, la carta dental y el perfil genético en el ADN. La investigación realizada inicia con la definición y exploración de los métodos establecidos en el Código de Procedimiento Penal de Colombia, con un análisis histórico sobre la aplicabilidad de cada uno, donde se mostrará el primer caso resuelto por cada método. Seguidamente, se analiza el iris humano como método de identificación forense, resaltando la caracterización completa del ojo. Finalmente, a través del sistema comparado se tomará en cuenta a los países que han innovado con esta técnica y se revisará la tecnología actual en el mundo y la aplicabilidad de la identificación por medio del iris, así como también, revisaremos los requisitos de carácter legal para aplicarlo en Colombia.
- Palabras clave:** Métodos de identificación forense, iris humano, ADN, dactilograma, huellas digitales, biometría.
- Abstract:** The iris of the human eye as a forensic identification system is not part of the identification methods in force in Colombia, established in Law 906 of 2004 in Article 251, which states that the morphological characteristics of fingerprints, dental chart and DNA genetic profile may be used for the identification of people. The research begins with the definition and exploration of the methods established in the Colombian Code of Criminal Procedure, with a historical analysis of the applicability of each one, where the first case solved by each method will be shown. Next, the human iris is analyzed as a forensic identification method, highlighting the complete characterization of the eye. Finally, through the comparative system we will take into account the countries that have innovated with this technique and we will review the current technology in the world and the applicability of

¹ Abogado, Magister en Criminalística y Ciencias Forenses de la Universidad Libre Seccional Cali, Magister en Estudios Avanzados en Terrorismo de la Universidad Internacional de la Rioja España (título convalidado por Colombia), Especialista en Derecho Penal de la Universidad Libre Seccional Cali, Especialista en Gerencia Informática de la Universidad Remington. Actualmente se desempeña como Coordinador Unidad de Investigación Criminal para la Defensa, Black Forest Security Group. Email: josuepelaez@gmail.com

² Abogada, Magister en Criminalística y Ciencias Forenses de la Universidad Libre Seccional Cali, Especialista en Derecho Penal de la Universidad Libre Seccional Cali. Actualmente se desempeña como abogada sustanciadora en el DACDI de la Alcaldía de Santiago de Cali. Email: claritzabogada@outlook.es.

the identification by means of the iris, as well as we will review the legal requirements to apply it in Colombia.

Keywords: Forensic identification methods, human iris, DNA, fingerprint, fingerprinting, biometrics.

Introducción

Los métodos de identificación como campo de las ciencias forenses siempre ha sido un reto en el mundo moderno, máxime después del advenimiento del Internet. No basta con una simple contraseña numérica, hoy en día para autenticar una persona se requiere de mucho más. A medida que la tecnología avanza, se requiere de nuevos y más robustos métodos de identificación y autenticación, por eso, este trabajo es relevante para el mundo moderno y máxime para el área forense.

Hoy en día los métodos utilizados, aunque han servido a lo largo del tiempo desde su hallazgo, también han demostrado ser vulnerables ante el ingenio y la capacidad de la delincuencia organizada, quienes a través de avanzadas técnicas de suplantación han logrado clonar con un nivel de exactitud del cien por ciento las huellas dactilares, que en algún momento se creyeron infalibles y el método de identificación más aceptado en el mundo judicial alrededor del mundo. La identificación humana en medicina legal es un proceso de comparación en el cual se tiene un material dubitado y uno indubitado. En el caso de la identificación humana se comparan características de una persona frente a otra, teniendo como referente los datos conocidos de una de ella, la cual se busca comparar. En este proceso de comparación se buscan patrones unívocos de identificación, como se mencionó antes, la huella dactilar es un patrón único en los humanos, aún en gemelos idénticos. De la misma forma, el iris humano ha demostrado tener patrones y trazos únicos que identifican a una persona dentro de todo el resto y esta característica especial la hace propicia para ser estudiada desde las disciplinas forenses.

Para Araya, “La identidad es el conjunto de caracteres que individualizan a una persona, haciéndola igual a sí misma y distinta de las demás” (2009, p.13), sin embargo, lo

que busca la ciencia forense no es un patrón tan ambiguo como la identidad, pues estos caracteres que individualizan una persona pueden ser susceptible de ser moldeados o alterados, se busca un patrón único, indiscutible y que no admita rechazo por parte de la comunidad técnico-científica.

El Diccionario de la Real Academia Española (2019), define la identidad como “2. f. Conjunto de rasgos propios de un individuo o de una colectividad que los caracterizan frente a los demás.”, y rasgo lo define como “4. m. Facción del rostro”, de ahí que bien lo define el Código de Procedimiento Penal Colombiano (Ley 906 del 2002) cuando en el Art. 251 lo limita a métodos fiables para la identificación como: “las características morfológicas de las huellas digitales, la carta dental y el perfil genético presente en el ADN”, pues si nos basamos en la interpretación lingüística de la Real Academia nos encontraríamos con un método poco fiable, que tendría en cuenta, como en siglos anteriores, las facciones de un rostro, fácilmente manipulables.

El estudio de los pulpejos y los surcos presentes en los dedos humanos, o dactiloscopia, que se creía hasta el momento infalible, fue vulnerado recientemente por la delincuencia organizada, es así como en Colombia se diseñaron réplicas de huellas humanas exactas con fines ilícitos, réplicas que han sido efectivas para vulnerar sistemas tecnológicos bancarios.

Con los diferentes inconvenientes que se han venido presentando con los métodos de identificación forense, se hace necesario continuar en la búsqueda de nuevos métodos científicos que permitan la correcta identificación, el grado de certeza que se requiere y la adecuada administración de la justicia que permitan llevar un caso en concreto a feliz término, bien sea una sentencia acusatoria, o una sentencia exculpatoria, pues tanto la una como la otra, hacen parte de una buena administración de justicia. De ahí que tome relevancia la pregunta ¿Es factible que el estudio del iris en humanos vivos ingrese como método de identificación forense en el sistema penal acusatorio colombiano?

Por lo tanto, el objetivo general de este trabajo es establecer si es factible que el estudio del iris en humanos vivos ingrese como método de identificación forense en el sistema penal acusatorio colombiano. Como objetivos específicos se plantearon en esta

investigación: (a) Describir los métodos de identificación forense establecidos en el artículo 251 de la Ley 906 de 2004; (b) Estudiar el iris humano como medio de identificación forense y (c) Analizar la factibilidad de que el iris humano sea aceptado en Colombia como método de identificación forense. En este informe de avance se presentará los resultados obtenidos del desarrollo del objetivo específico que busca estudiar el iris humano como medio de identificación forense.

Resulta más que imperioso para poder abordar el estudio del tema del uso del iris humano como método de identificación forense, hacer precisión sobre algunos términos, los cuales nos permitirán tener una mejor y mayor comprensión del tema a investigar.

Es así, como según el portal de internet Significados.com (2013), “La criminalística es una disciplina auxiliar del derecho penal que se encarga de demostrar y explicar un delito, determinar sus autores y la participación de éstos, a través de un conjunto de procedimientos, técnicas y conocimientos científicos”, como disciplina auxiliar se encarga de la técnica misma del procesamiento y gestión del elemento material probatorio y de la evidencia física. En particular en este trabajo, desde la criminalística pretenderemos estudiar el iris humano como medio de identificación forense en humanos vivos, haciendo uso de los medios científicos, técnicos y tecnológicos que permitan inequívocamente el fin que se espera, la identificación sin atisbo de error de una persona.

La biometría es la ciencia del análisis de las características físicas o comportamentales que son inherentes a cada individuo, que pueden ser medibles con el fin de autenticar su identidad. Es a través de la biometría que lograremos medir los puntos característicos e individualizables de una persona, haciendo uso de equipos de última tecnología que permitirán la identificación inequívoca de una persona con fines legales. Aprovecharemos los avances logrados por la ciencia moderna para estudiar la posibilidad de utilizar el iris humano y sus características únicas como medio por el cual se logre la identificación humana y esta pueda ser utilizada en un proceso legal. En este sentido, el Código de Procedimiento Penal colombiano, Ley 906 de 2004, capítulo IV, Métodos de identificación, Art. 251 establece que:

Para la identificación de personas se podrán utilizar los diferentes métodos que el estado de la ciencia aporte, y que la criminalística establezca en sus manuales, tales como las características morfológicas de las huellas digitales, la carta dental y el perfil genético presente en el ADN, los cuales deberán cumplir con los requisitos del artículo 420 de este código respecto de la prueba pericial.

Estableciendo que los métodos científicos aprobados por la comunidad científica e introducida como tales al ordenamiento legal colombiano, son el estudio de los dactilogramas presentes en los dedos y manos, la carta dental y el perfil genético presente en el ADN. El iris humano como método de identificación en Colombia no se encuentra aun dentro de su ordenamiento jurídico ni jurisprudencial, por lo cual en párrafos anteriores se mencionó que uno de los objetivos del presente trabajo es analizar la factibilidad de que el iris humano sea aceptado en Colombia como método de identificación forense.

El cotejo de los dactilogramas, aunque es un método probado por la comunidad científica, ha presentado últimamente vulnerabilidades que están siendo aprovechadas por la delincuencia organizada enfocadas en el fraude bancario, que son los que más han avanzado en los métodos de autenticación de múltiple como ya se dijo anteriormente. No es por demás decir que la identificación forense es un área sumamente importante en todo proceso de carácter penal o civil, puesto que no se puede iniciar un proceso de estas características, sea el caso de la imputación, sino se tiene plena confirmación de la identidad de aquel que se presume ha cometido un delito.

Así las cosas, de lo anteriormente escrito puede vislumbrarse la necesidad de un nuevo método de identificación forense que amplíe los que actualmente decreta el derecho penal en Colombia y así mismo, que las técnicas forenses de identificación humana se ponga a la par de los avances que la era moderna establezca.

Metodología

El diseño metodológico llevado a cabo en el presente trabajo de grado “El iris humano como método de identificación forense”, es de tipo cualitativo, en razón al análisis del problema, mediante la comprensión hermenéutica de los procesos y resultados de la

investigación sobre el iris que se viene desarrollando y su aplicación como técnica de identificación.

La investigación es exploratoria y descriptiva, porque busca examinar y profundizar el estudio del iris humano como método de identificación forense en humanos vivos, verificando su posible viabilidad en la aplicación dentro del contexto de la criminalística nacional.

El Iris Como Medio de Identificación Forense en Humanos Vivos

El estudio del iris del ojo humano como medio de reconocimiento data de 1936 cuando el oftalmólogo Frank Burch, propondría el concepto de usar los patrones del iris como método para reconocer a una persona. Según la Agencia Federal de Investigaciones -FBI- (2013), “En 1985, los doctores Leonard Flom y Aran Safir, oftalmólogos, propusieron el concepto de que no hay dos iris iguales, y en 1987 se les concedió una patente para el concepto de identificación del iris” (p. 114-118).

Desde el 2001 se vienen realizando estudios sobre el iris humano como método de identificación, estudios que condujeron a contar con el establecimiento de los estándares internacionales para el uso del iris en materia biométrica. Y, aunque el Dr. John Daughman de la Universidad de Cambridge, Inglaterra en 1994 había creado los algoritmos para leer y mapear los sofisticados datos que se obtienen del iris, para el año de 1936, el oftalmólogo Frank Bruch ya había propuesto el uso del iris como método de reconocimiento, aduciendo que la ubicación y la disposición de los vasos sanguíneos de la retina es única para cada ser humano, incluso la disposición misma del ojo izquierdo con el derecho de una misma persona también era diferente; sin embargo, no sería sino hasta pasado el año 2000 que empezarían a salir los primeros estándares aceptados internacionalmente.

La patente que tenía John Daughman de un algoritmo de reconocimiento automático del iris, venció en el año 2005 lo que permitió que otras empresas pudieran desarrollar sus propios algoritmos partiendo de la investigación del profesor, logrando significativos avances en esta materia, aprovechando el avance científico y tecnológico propio de la época. Es así, como hoy en día podemos encontrar el iris como método de identificación en muchas aplicaciones modernas, como los bancos, centrales de inteligencia, accesos a laboratorios

entre muchas otras utilizaciones, hasta que en algún momento se logre utilizar el iris como método de identificación forense en Colombia.

En el año 2002 se publica el IrisCode, o patrón del iris el cual sería la base de los métodos utilizados en el mercado y la base fundamental para las pruebas realizadas en los Estados Unidos. En el 2005 se haría un test independiente acerca de la tecnología de reconocimiento mediante el iris del ojo humano -Independent Testing of Iris Recognition Technology-, este test, pago por agencias gubernamentales de los Estados Unidos, determinó la capacidad de los algoritmos para hacer coincidir correctamente las muestras en una variedad de casos, en donde se utilizaron pruebas genuinas y comparaciones mediante el uso de impostores, así como la adquisición de muestras del iris y las transacciones en un sistema de reconocimiento elaborado en un ambiente controlado, así como los equipos disponibles para el test, logrando un grado de aceptación muy alto en las pruebas realizadas. (Homeland Security, USA, 2005).

Para el mismo año 2005, saldría la ISO/IEC 19794-6 - Formatos de intercambio de datos biométricos- y sus anexos que estandarizarían los formatos de intercambio de imágenes de iris para ser usados por los sistemas de identificación biométrica, la verificación e identificación, así como el almacenamiento de la imagen dentro de una matriz, este estándar no incluye los requisitos sobre las especificaciones ópticas de las cámaras, propiedades fotométricas de las imágenes del iris, ni los requisitos sobre procesos de inscripción, flujos de trabajo y uso de equipos. La ISO/IEC 19794, revisa la ISO/IEC 19794-6:2005 para los formatos de datos interoperables del iris. La revisión se ha centrado principalmente en tres conjuntos de cuestiones: 1) formatos de datos de imagen compactos; 2) objetivos y algoritmos de compresión aceptables; y 3) especificación de los datos que deben incluirse en los registros y los encabezamientos de los registros en coordinación con los esfuerzos de armonización en todas las partes de la ISO/CEI 19794, sustituyendo las antiguas estructuras de encabezamiento (ISO/IEC 19794-6:2011, en, Information technology — Biometric data interchange formats — Part 6: Iris image data).

Para el 2007, en los Estados Unidos se iniciaría el programa NIST IREX, el cual basaría su normatividad y aplicabilidad en el nuevo estándar; en el 2009 se iniciaría a aplicar el estándar ISO/IEC 29794-6 en la industria y finalmente, en el 2011 saldría la nueva

actualización de la ISO/IEC 19794-6 y la ANSI/NIST ITL-1:2011 con lo cual las empresas del Estado y las empresas privadas tendrían que actualizar su sistema de gestión de la calidad y la seguridad. A partir de ese momento el sistema de autenticación o control de accesos a instalaciones tanto gubernamentales como privadas y públicas se masificaría, hasta llegar nuestros días, que con el avance de la tecnología se puede contar con equipos lectores de iris de un rango más amplio que los 30 centímetros iniciales, llegando hasta dos (02) metros de distancia para captar el iris del ojo humano.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnologías (NIST)-por sus siglas en inglés-, ubicado en Gaithersburg, Estados Unidos, publicaría un reporte en el 2012 llamado *Performance of Iris Identification Algorithms*, el cual buscaba evaluar el Proyecto Iris o IREX III que describe la finalidad de este proyecto afirmando que se realizó inicialmente para soportar el estándar ISO / IEC 19794-6 y luego el estándar ANSI / NIST ITL 1-2007 Tipo 17. La evaluación del IREX III de Iris Exchange se realizó para medir la precisión y la velocidad de los algoritmos de identificación del iris. La prueba fue diseñada para tener relevancia operacional, es decir ser puesta en producción por los organismos de los Estados Unidos. El objetivo de los IREX es la:

Evaluación y estandarización de la calidad de imagen del iris (IREX II); rendimiento de algoritmos uno a muchos (IREX III + IV); compresión (IREX IV); instrucciones para el personal involucrado en la recolección de imágenes del iris (IREX V) y la dependencia del tiempo del reconocimiento del iris (IREX VI)” (NIST, 2010).

Los resultados fueron más que prometedores en las pruebas realizadas con la técnica una a muchos y muchos a una, se logró un rendimiento de precisión del 99% en el algoritmo seleccionado, la información acerca de las pruebas efectuadas se puede encontrar en el enlace <https://www.nist.gov/itl/iad/image-group/irex-iii-homepage>.

Para el año 2017 el FBI publicaría el estudio llamado *Privacy impact assessment for the FBI Iris Pilot*, mediante el cual “se permite a los organismos de justicia penal autorizados, incluir imágenes del iris en los registros de antecedentes penales o añadir estas imágenes a los registros de antecedentes penales ya existentes” (p.17).

El gobierno de los Estados Unidos viene haciendo uso de la identificación a través del iris en el Departamento de Fronteras y control migratorio. Igualmente, Colombia ha empezado a hacer uso de esta tecnología en Migración Colombia a través de equipos donados por el Departamento de Seguridad de los Estados Unidos, el sistema permite la interconexión a nivel mundial y la consulta permite cruzar con todas las bases de datos de búsqueda de terroristas o aquellos que sean requeridos por la justicia internacional.

El bitmap es un método de autenticación biométrica que utiliza técnicas de reconocimiento de patrones (los cuales han sido almacenados anteriormente en una base de datos) en imágenes de alta resolución del iris del ojo de un individuo, por lo cual es imposible de engañar.” (García. J, 2018).

Iris Humano

Para la ISO/IEC 19794-6:2011, el iris es la “estructura anular coloreada en la parte delantera del ojo, compuesta de tejido muscular y conectivo y capas pigmentadas, que define la pupila y controla su tamaño” (ISO, 2011), el iris es un músculo el cual se contrae para disminuir la abertura de la pupila cuando la reflexión de la luz es muy intensa, o cuando los ojos se juntan para ver muy de cerca. Los músculos del iris (músculos orbiculares), se contraen o encogen cuando estamos en entornos muy iluminados, lo que permite que pase mucha menos luz por la pupila y así poder ver mejor los objetos; por el contrario, cuando el entorno es muy oscuro, estos músculos se relajan y la pupila se dilata dejando pasar mayor cantidad de luz hacia la retina. El iris tiene una segunda función y es la darnos el color característico a nuestros ojos. El iris tiene una amplia gama de colores, los cuales varían según los sujetos y las razas. La tonalidad de los ojos va a variar según sea el grosor de las láminas de pigmentación y la concentración de melanina. Así, entre mayor sea el nivel de melanina y el grosor de las láminas de pigmentación el color de los ojos será más oscuro.

El iris se forma desde los tres meses de gestación, a los ocho meses de desarrollo gestal se encuentra completamente desarrollado, la pigmentación del iris termina por estabilizarse al año de nacido y permanece sin cambios durante el resto de la vida de la persona, siempre y cuando éste permanezca sin daños externos o producidos por algún tipo de enfermedad. Debido a que el iris es la base central de este trabajo, le dedicaremos tiempo

a su escrutinio y análisis de manera pormenorizada y sobre todo a entender cómo está conformado y cuál es la función principal que esta parte del ojo cumple.

Como lo explica Sarah Romero(2019), el iris como ya lo vimos, es un músculo y está conformado por un abundante patrón de surcos, crestas y trampas pigmentadas, cuya superficie está compuesta por dos regiones o zonas. Según, Caicedo-Marmolejo L. y Chamorro-Carvajal C. (2012) La primera zona será la denominada parte central o pupilar y la zona exterior denominada ciliar, estas zonas se encuentran delimitadas por el collarete, el cual está representada por los bordes de las dos regiones o zonas. Ver Fig. No. 1

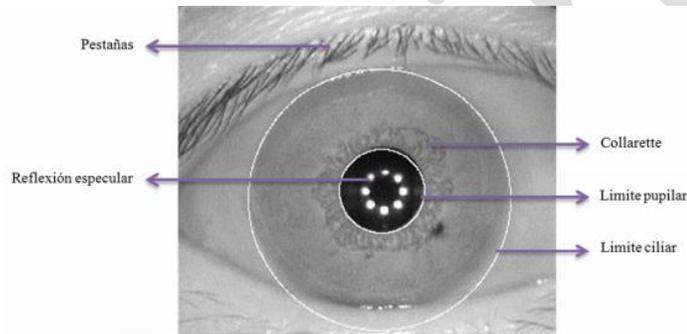


Figura 1. Zonas del Iris.

Fuente:

<https://pdfs.semanticscholar.org/5d56/329789e4e7fef9a72cbcd65f4d45aa966b29.pdf>

La formación de los surcos, crestas y trampas pigmentadas son únicas en cada individuo y es esta característica especial la que permitirá que una persona pueda ser identificada entre muchas otras, lo que constituye la base de esta investigación.

Para Sanchez-Reillo (2000), el iris del ojo humano tiene una serie de características que lo hacen potencialmente importante para ser utilizado como método de identificación entre las cuales esta la estabilidad frente a cambios originados por accidentes, ya que el iris está protegido por la córnea, es fácilmente detectable en humanos vivos, la captura de la imagen no es invasiva -actualmente existen equipos de lectura del iris humano de hasta dos metros de proximidad-, el intento de falsificación del iris de una persona tendría que hacerse mediante una operación quirúrgica, lo que sin duda podría dañar seriamente la visión del individuo -fiabilidad-, características todas estas que hacen del iris un medio adecuado para

ser utilizado por la ciencia forense como método de identificación legal. Características importantes de resaltar en el iris del ojo humano son la Perennidad, puesto que el iris del ojo humano se forma desde el tercer mes de gestación y no presenta cambios posterior al tercer año; la Unicidad, ya que la probabilidad de que dos personas tengan el mismo patrón del iris es ninguno y la Aceptabilidad, puesto que el reconocimiento del iris no es invasivo y el escaneo no causa daño a la persona en ningún momento. (Orozco-Rosas. 2012)

Patrones y Biometría del Iris

La clave para que se pueda realizar una identificación a través del iris del ojo humano radica en los algoritmos iridianos utilizados con los cuales la imagen tomada por una cámara del ojo será transformada en una plantilla única para cada individuo en la etapa de procesamiento de la imagen mediante un proceso de codificación.

El reconocimiento mediante el iris presenta una fiabilidad de grado muy alta, su facilidad de uso es media debido a la sofisticación de los medios técnicos, nada que no se pueda superar mediante capacitación de nivel técnico, la prevención a ataques de suplantación es muy alta, debido a la imposibilidad de duplicar las características únicas del patrón del iris como lo vivos anteriormente, su grado de aceptación es medio y su estabilidad es alta por no decir muy alta, pues a menos que el ojo sufra algún tipo de daño irreparable, la variación del iris humano es ninguna, de ahí su característica perenne (Orozco-Rosas. 2012).

Para transformar la imagen del iris en patrones se debe realizar un proceso compuesto por cuatro etapas principales a saber:

1. Etapa de adquisición de la imagen
2. Etapa de pre-procesamiento
 - a. Segmentación
 - b. Normalización
3. Etapa de codificación
4. Etapa de comparación

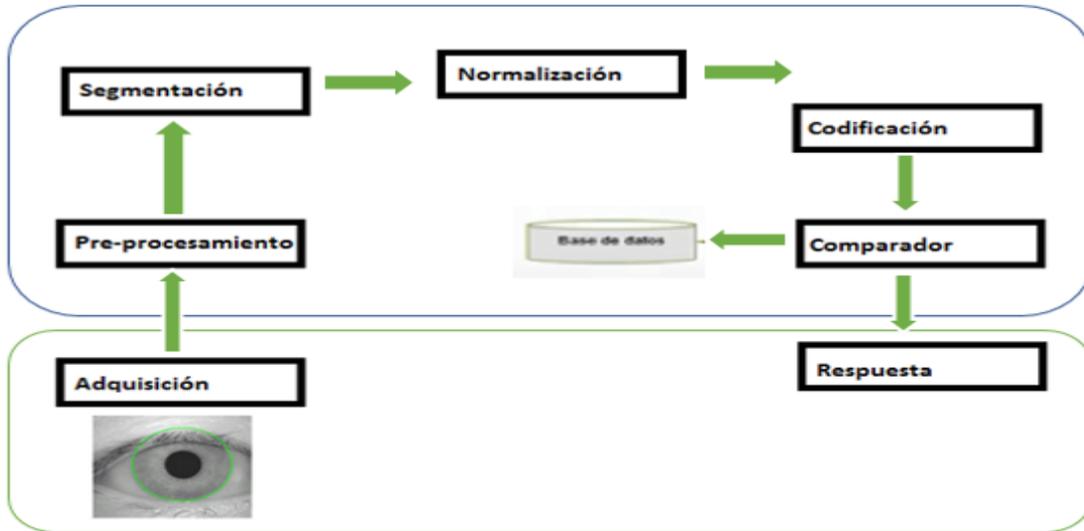


Figura 2. Etapas de transformación.

Fuente: Elaborado por los autores

Etapa de adquisición de la imagen

La ISO/IEC 19794:2011 establece los formatos de datos de imagen que deben ser usados para una buena calidad de esta, esto con el fin de garantizar que el elemento más importante y que sin este no existiría el tema en cuestión, tenga la calidad requerida para que el sistema que se desee utilizar realice su función en las mejores condiciones. Anteriormente, el medio de captura de la imagen debía cumplir una serie de especificaciones técnicas propias de la época, sin embargo, con el advenimiento de los desarrollos tecnológicos, estos medios de captura de la información han cambiado notoriamente, así que ya no se requiere equipos de toma de muestra tan cercanos, basta con tener un buen ángulo de toma de la muestra como es el caso del equipo AOptix InSight (InSight® Duo – Simultaneous Iris and Face Biometric System - el cual trabaja en un rango de 1.5 a 2.5 metros con tomas de altísima calidad, la cual es tomada con un tiempo de exposición de tan solo segundos. Existen en el mercado dispositivos de toma de muestra mono ojo o multi ojo, que con la ayuda de una luz infrarroja ilumina el ojo perfeccionando la iluminación de la muestra tomada.

En una prueba piloto se pueden realizar comparaciones con la base de datos CASIA Iris desarrollada por la Academia de Ciencias del Instituto de Automatización de China puesta a disposición para la comunidad internacional de biometría desde el 2002, esta amplia base de datos cuenta en su versión 4.0 con un total de 54.607 imágenes de iris de más de

1.800 personas genuinas y 1.000 sujetos virtuales en imágenes de 8 bits formato JPEG iluminadas con infrarrojos la cual puede ser adquirida gratuitamente desde http://english.ia.cas.cn/db/201610/t20161026_169399.html

Etapa de Pre-procesamiento

La imagen obtenida en la etapa anterior contiene aparte de los elementos esenciales para el fin que busca la biometría, otros aspectos que se tratan como ruido, estos son los párpados, pestañas y las áreas que forman parte del rostro que deben ser retiradas antes de extraer las características biométricas de la región del iris. Por esto, esta etapa tiene dos subetapas.

Segmentación.

Esta subetapa a su vez tiene dos divisiones, según el profesor Blancas-Núñez (2014), la primera de ellas es la detección del círculo de la pupila y el segundo la detección del círculo del iris. Para ello se genera un histograma de grises y se determina un umbral en donde nos quedamos finalmente con la pupila, si queda con ruido (pestaña) se retira de la imagen a través de un filtro y se etiqueta este componente mediante un algoritmo avanzado, para detectar el círculo del borde del iris se realiza un suavizado de la imagen y a través del algoritmo de “Canny” se deja la imagen cercana a lo que se desea obtener y se aplica una transformada de Hough para detectar figuras geométricas, en este caso circular, de ser el caso se extrae la región del iris y se retira el ruido (parpado) a través de “Canny” y nuevamente la transformada de Hough. Según (Orozco-Rosas. 2012) citando a S- Lim, K & J. Kim, “se puede hacer uso de un modelo propuesto por ellos para la detección de la pupila y párpados, haciendo uso de un algoritmo que que mejora la detección de estos ruidos mejorando la segmentación de la región del iris” (p.357).

Normalización.

En esta etapa se obtiene una nueva imagen de la región del iris. En este caso ya se tiene la imagen como se desea sin ningún ruido y se aprovecha que se tiene conocimiento del centro de pupila y del centro del iris aplicando el algoritmo de Daugman para comprimir y cuantificar la región determinada por los procesos anteriores. La región del iris termina por desdoblarse y se transforma o se normaliza en una imagen rectangular de dimensiones constantes o plantilla.

Etapa de Codificación

En esta etapa se toma la imagen rectangular o plantilla con la información de la región del iris normalizada y se extrae la información más discriminadora y se codifica sus características. Observando la plantilla del iris del sujeto y la plantilla de máscara de ruido se transforma a través de los Códigos de Iris de Daugman para cuantificar en cuatro niveles estas plantillas y cada característica observada se guarda en duplas de 0.0, 0.1, 1.1 y 1.0 (código binario). Finalmente esta plantilla cuantificada se almacena para su posterior consulta.

Etapa de Comparación

Posteriormente a todas las anteriores etapas y las plantillas estén almacenadas y cuando una identificación o autenticación es requerida se repiten todos los procesos automáticamente, registrando la imagen procesada y comparándola con la información almacenada en la base de datos.

Estándar Internacional

La Organización de Estándares Internacional - ISO- por sus siglas en inglés ha venido trabajando en la ISO/IEC 19794-6 (Part 6: Iris image data) desde el año 2005, estándar que fue preparado por el Comité Técnico Conjunto ISO/CEI JTC 1, Tecnología de la Información, Subcomité SC 37, Biometría. Esta norma multiparte se centra en especificar los formatos de intercambio de imágenes del iris para el registro en sistemas de biometría, verificación e identificación. Establece que para el almacenamiento de la imagen se puede hacer uso de formatos comprimidos siguiendo opcionalmente los valores establecidos por la norma ISO/IEC 15948 o ISO/IEC 15444 respecto al recorte alrededor del iris, el centro del iris (pupila) e incorporar esmascaramientos para separar las regiones de interés de las que no

son de interés del iris. La etapa de preprocesamiento y las subetapas de segmentación y normalización del anterior epigrafe describe la técnica de que la norma trata.

La norma ISO/IEC 19794-6:2005 fue revisada por la norma ISO/IEC 19794-6:2011, la cual no establece requisitos sobre las especificaciones ópticas de las cámaras utilizadas en la etapa de captura de la imagen, los requisitos sobre las propiedades fotométricas de las imágenes del iris, o los requisitos sobre el proceso de inscripción, flujo de trabajo y utilización del equipo del iris.

Antes de la revisión del 2011, la cual se encuentra vigente, el formato estándar de la imagen era un arreglo de 307 KB de 640x480 pixeles comprimida opcionalmente en formato JPEG (ISO/IEC 10918) con un factor de compresión máximo fijado arbitrariamente en 6:1 (ISO/IEC 19794-6:2005, A.1.6), según la misma norma. Sin embargo para la época aparecieron trabajos académicos que demostraron que la imagen de 307 KB podría reducirse en un factor de 150:1 siempre y cuando que el algoritmo de compresión fuera el JPEG2000 (ISO/CEI 15444), y no JPEG (ISO/CEI 10918) haciendo uso del recorte y el enmascaramiento de la región de interés del iris, anulando los ruidos propios de la imagen (pestañas, parpados).

Para superar los inconvenientes causados por los protocolos de transmisión de ancho de banda existentes en la época la misma norma ISO/CEI 19794-6:2005 trató de prevér esta situación haciendo uso del muestreo polar de los pixeles del iris pero se señalaron vulnerabilidades y los defectos del método polar por lo que en el 2008 la norma excluyó los antiguos formatos polares.

El Instituto Nacional de Estandares y Tecnología -NIST- por su sigla en inglés, del Departamento de Comercio de los Estados Unidos llevaría a cabo una investigación empírica independiente de diversas propuestas y reivindicaciones de formatos de compresión con el fin de apoyar cuantitativamente la revisión de las normas ISO/CEI 19794-6 y ANSI/NIST TYPE 17, y a finales del 2009 elaboraría un informe denominado Intercambio Interoperable del Iris “IREX I”, concluyendo que: “El formato polar no segmentado KIND 16 debería ser eliminado del proyecto de la norma, así como el formato JPEG debería estar totalmente prohibido”. (NIST.2009, https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=903606)

Es así como los nuevos formatos de la imagen aceptados por la norma ISO/CEI 19794 se basan empíricamente en las conclusiones del IREX-1, incluyendo el formato PNG (ISO/IEC 15948) el cual puede utilizarse en los sistemas biométricos para preservar completamente la textura del iris permitiendo tamaños de la imagen del iris de 20KB a 70 KB, realmente optimizadas y muy por debajo del tamaño real de la imagen sin compresión.

Los estándares ISO/CEI 19794-6 y ANSI/NIST TYPE 17 han puesto a disposición de la comunidad internacional los parámetros a seguir en cuanto al formato de datos para el intercambio y la interoperatividad entre sistemas de información biométrica, demostrando que existe un buen soporte para que se pueda implementar sistemas biométricos haciendo uso del iris humano como método de identificación, no sólo en transacciones comerciales, de control de fronteras, sino también como método fiable en el campo penal.

Resultados

El artículo 251 del Código de Procedimiento Penal colombiano inciso primero establece que:

Para la identificación de personas se podrán utilizar los diferentes métodos que el estado de la ciencia aporte, y que la criminalística establezca en sus manuales, tales como las características morfológicas de las huellas digitales, la carta dental y el perfil genético presente en el ADN, los cuales deberán cumplir con los requisitos del artículo 420 de este código respecto de la prueba pericial.

Estos métodos como se mencionó anteriormente, han tenido un recorrido histórico y han sufrido a lo largo del tiempo un sin número de modificaciones, arreglos y adendos que terminaron por rodearlos de una certeza tal que la comunidad científica internacional terminó por aceptarlos, normalizarlos y reglamentarlos, lo que de paso condujo a que el ordenamiento legal internacional los adoptara como métodos de identificación fiable.

El método de identificación haciendo uso del iris humano ha realizado un enorme recorrido desde 1936 hasta nuestros días, 2020, casi 90 años de continua discusión, pruebas, estudios, normalización y estandarización logrando un muy alto grado de aceptabilidad en la

comunidad científica internacional, lo que ha permitido que este método haya sido adoptado por sistemas penales tan rígidos y meticulosos como el de los Estados Unidos de América en aplicaciones gubernamentales, de control de fronteras, comercio y antecedentes penales.

Colombia ha venido utilizando el registro y toma del iris como método de identificación por parte del Ministerio de Relaciones Exteriores, Migración Colombia desde el 2018 en el control fronterizo, sin embargo, por falta de regulación respecto al uso del iris como método de identificación de personas sería fácilmente cuestionado en un tribunal judicial.

Al respecto podríamos preguntarnos ¿qué métodos se podrían usar para la identificación de personas?. El mismo Código de Procedimiento Penal nos da la respuesta en el inicio del Art. 251, al establecer que “Para la identificación de personas se podrán utilizar los diferentes métodos que el estado de la ciencia aporte, y que la criminalística establezca en sus manuales”, así, a parte de todo el proceso que la norma debe recorrer en el Congreso cuando esta sea presentada para incluir un nuevo método, se requiere primero que el método de identificación haciendo del uso del iris del ojo humano sea aportado por la ciencia, lo que se ha mostrado en el desarrollo de este artículo, basado en la información obtenida a lo largo de los casi 90 años de estudio y desarrollo de estándares internacionales. Asimismo, requiere que la criminalística establezca en sus manuales el uso de un nuevo método de identificación, lo que sería por no decirlo menos, sencillo, pues los manuales se basan en desarrollos científicos y en estados del arte al respecto de la materia en cuestión.

En otras palabras, el ordenamiento legal colombiano puede hacer uso del método de identificación a través del iris humano por su individualidad, perecnidad y facilidad de la toma de muestra, gracias a que la ciencia ha logrado demostrar que el iris humano presenta patrones inequívocos únicos, que permanecen a los largo de la vida de la persona y que lo hacen diferente entre el resto de las personas, principio de unicidad.

Quedarían por salvar cuestiones éticas como el manejo de los datos personales protegidas por la ley de Habeas Data o Ley 1266 de 2008, puesto que al ser almacenadas las imágenes y patrones del iris en bases de datos se hace necesario que se le de tratamiento legal

al nuevo método de identificación de personas, entendiendo que tanto las huellas dactilares, rostro e iris de los ojos humanos hacen parte de los datos personales del ciudadano.

Conclusiones

El iris como método de identificación forense es un método que ha sido estudiado por la ciencia desde 1936 y que ha sido perfeccionado con el paso del tiempo hasta llegar a tener una estandarización internacional. Gracias al esfuerzo de científicos y expertos en tecnologías de la información hoy podemos contar con un método de identificación de personas fiable, que le aportará a la ciencia forense colombiana una nueva herramienta para la realización de una de las funciones más importantes en la actuación procesal y que sin la cual sería imposible una imputación, la identificación del que será objeto de investigación judicial.

Con respecto a la fiabilidad del iris como método de identificación de personas, podemos concluir que grandes agencias como el FBI y el Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos han incluido este método dentro de su anaquel de herramientas vinculadas a la investigación criminal y de control fronterizo, lo que permite colegir que nos encontramos frente a un método fiable que se usa en el ámbito legal.

Para concluir, Colombia cuenta con todos los medios disponibles para que el iris como medio de identificación de personas pueda ser incluido en el ordenamiento legal y como método moderno en las ciencias criminalísticas del país.

Referencias

- Araya, C. A. (2009). *Semanticscholar*. Obtenido de Estudio comparativo de métodos de identificación médico legal:
<https://pdfs.semanticscholar.org/812f/aa1e8ccf5740c83b210bfb40c5eb77236d6a.pdf>
- Babcok, E. J. (2017). Privacy Impact Assessment for the FBI Iris Pilot. Estados Unidos.
- Caicedo-Marmolejo L. & Chamorro-Carvajal C. (2012). *Implementación y Evaluación de Algoritmos de Identificación por Reconocimiento del Iris Ocular*. Cali.
- Caracol, N. (14 de noviembre de 2019). Usaron sofisticado sistema para obtener huellas dactilares de sus víctimas y robarse \$1.600 millones. Cali, Valle del Cauca, Colombia. Obtenido de
https://noticias.caracoltv.com/jscroll_view_entity/node/215206/full
- Código de Procedimiento Penal. (31 de agosto de 2004). Lay 906 de 2004. Diario Oficial No. 45.658 de 1 de septiembre de 2004. Bogotá DC.
- Dupa, S. P. (2020). *Usos del ácido hialurónico*. Obtenido de
<https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/prevencion-salud/propiedades-usos-acido-hialuronico.html>
- EEUU. (2002). Libro de referencia de las Huellas Dactilares. Washington, DC 20531: Instituto Nacional de Justicia. Obtenido de
<https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/249575.pdf>
- Garay, M. I. (2007). Dr. Oscar Luis Amoedo y Valdez. Aportes a la Odontología. Revista Médica Electrónica, 29(5). Obtenido de <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista medica/año 2007/vol5 2007/tema17.htm>

- García, J. J. (26 de 02 de 2018). *La Opinión*. Obtenido de <https://www.laopinion.com.co/frontera/asi-funcionara-el-bitmap-nueva-tecnologia-para-control-inmigrantes-149834#OP>
- Guerra, A. (2020). *Odontoestomatología Forense*. Santa fe de Bogotá: Ecoe Editores.
- Guerrero, T. (1996). Representación escultórica del ojo humano en la cultura mediterránea (tesis doctoral). Obtenido de Universidad Complutense de Madrid: <http://webs.ucm.es/BUCM/tesis/19911996/H/1/H1006201.pdf>
- Guevara, G. (2004). ADN: historia de un éxito científico. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 3(11), 9-40. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/414/41401101.pdf>
- Guinness. (2020). Guinness World Records! Obtenido de First forensic facial reconstructions: <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/first-use-of-forensic-facial-reconstructions/>
- Homeland Security Digital Library. (2005). Obtenido de <https://www.hsdl.org/?abstract&did=464567>.
- ISO. (2011). *ISO Plataforma de Navegación en Línea (OBP)*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso-iec:19794:-6:ed-2:v1:en>
- ISO. (2011). *ISO/IEC*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso-iec:19794:-6:ed-2:v1:en>
- Ley 38 de 1993. (15 de enero de 1993). Diario Oficial No. 40.724, enero 15 de 1993. Obtenido de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0038_1993.html
- Marín, L., & Moreno, F. (2003). Odontología Forense: Identificación odontológica Reporte de Casos. *Revista Estomatología*, 41-49. Obtenido de

Josué Peláez Guevara, Claritza Gutiérrez Núñez

[https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/2276/Odontologiafo
rense.pdf;jsessionid=B48270092106834B95E9FD026F0279E2?sequence=1](https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/2276/Odontologiafo
rense.pdf;jsessionid=B48270092106834B95E9FD026F0279E2?sequence=1)

National Institute of Standards and Technology. (2019). Obtenido de
<https://www.nist.gov/programs-projects/iris-exchange-irex-overvie>.

NIST. (17 de 06 de 2010). *National Institute of Standars and Technology* . Obtenido de
<https://www.nist.gov/programs-projects/iris-exchange-irex-overview>

(NSTC), N. S. (2013). *Iris Recognition*. Obtenido de [https://www.fbi.gov/file-
repository/about-us-cjis-fingerprints_biometrics-biometric-center-of-excellences-
iris-recognition.pdf](https://www.fbi.gov/file-
repository/about-us-cjis-fingerprints_biometrics-biometric-center-of-excellences-
iris-recognition.pdf)

Romero, S. (2019). *Muy Interesante*. Obtenido de
[https://www.muyinteresante.es/ciencia/preguntas-respuestas/que-determina-el-
color-de-los-ojos-531513588793](https://www.muyinteresante.es/ciencia/preguntas-respuestas/que-determina-el-
color-de-los-ojos-531513588793)

Ruiz-Marín, M., Rodríguez-Uribe, J., & Olivares-Morales, J. (2009). Una mirada a la
biometría. *Avances en Sistemas e Informática*, 29-38.