

El iris humano como método de identificación forense

The Human Iris as a Method of Forensic Identification

DOI: <https://doi.org/10.18041/0124-0102/a.36.7483>

Resumen

El iris del ojo humano, como sistema de identificación forense, no hace parte de los métodos de identificación que rigen en Colombia, considerados en la Ley 906 de 2004, artículo 251, por medio del cual establece 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. Esta investigación inicia con la definición y exploración de los métodos de investigación contenidos en el Código de Procedimiento Penal de Colombia, con un análisis histórico sobre su aplicabilidad, mencionando el primer caso resuelto con cada método. Seguidamente, se estudia el iris humano como método de identificación forense, resaltando la caracterización completa del ojo. Finalmente, a través del sistema comparado, se revisan los países que han innovado con esta técnica y la tecnología actual en el mundo y la aplicabilidad de la identificación por medio del iris, así como los requisitos de carácter legal para aplicarlo en Colombia.

Palabras claves: 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 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.

Josué Peláez Guevara

Abogado. Magíster en Criminalística y Ciencias Forenses de la Universidad Libre, seccional Cali. Magíster 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 de la Unidad de Investigación Criminal para la Defensa, Black Forest Security Group. josuepelaez@gmail.com.

Claritza Gutiérrez Núñez

Abogada. Magíster 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. claritzabogada@outlook.es.

Cómo citar:

Peláez, J., & Gutiérrez, C. (2021). El iris humano como método de identificación forense. *Advocatus*, 18(36), 151-165. DOI: <https://doi.org/10.18041/0124-0102/a.36.7483>



Open Access

Recibido:
20 de enero de 2021
Aceptado:
15 de marzo 2021

INTRODUCCIÓN

Los métodos de identificación considerados en el área de las ciencias forenses siempre han sido un reto en el mundo moderno, máxime después del advenimiento del internet. Actualmente, para autenticar a una persona no basta con una simple contraseña numérica, se requiere mucho más. A medida que avanza la tecnología, se hacen necesarios nuevos y más robustos métodos de identificación y autenticación. De ahí la importancia de este trabajo de investigación.

Aunque los métodos de identificación y autenticación han contribuido en gran medida, también han demostrado ser vulnerables ante el ingenio y la capacidad de la delincuencia organizada, que a través de avanzadas técnicas de suplantación ha logrado clonar las huellas dactilares con un nivel de exactitud del 100%, que en algún momento se creyeron infalibles y el método de identificación más aceptado en el ámbito judicial en todo el mundo. En medicina legal, la identificación humana es un proceso de comparación en el cual se tiene un material dubitado y uno indubitado. En la identificación se comparan las características de una persona frente a otra, teniendo como referente los datos conocidos de una de ellas. En este proceso se buscan patrones unívocos de identificación, la huella dactilar es un patrón único en los humanos, aún en gemelos idénticos. Así mismo, el iris humano ha demostrado tener patrones y trazos únicos que diferencian a una persona y esta característica especial la hace propicia para ser estudiada desde las disciplinas forenses.

Para Araya (2009, p. 13) “La identidad es el conjunto de caracteres que individualizan a una persona, haciéndola igual a sí misma y distinta de las demás”; sin embargo, lo que busca la ciencia forense no es un patrón tan ambiguo como la identidad, pues los caracteres que individualizan a una persona pueden ser susceptible de moldearse o alterarse. Se busca un patrón único, indiscutible, 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”. Rasgo lo define como “4. m. Facción del rostro”, de ahí que como 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: “las características morfológicas de las huellas digitales, la carta dental y el perfil genético presente en el ADN”. En ese sentido, si se toma en cuenta la interpretación lingüística de la Real Academia se podría decir que es un método poco fiable, que tendría en cuenta, como en siglos anteriores, las facciones de un rostro, que son fácilmente manipulables.

Por ejemplo, el estudio de los pulpejos y los surcos presentes en los dedos humanos, o dactiloscopia, que hasta el momento se creían infalibles, fue vulnerado recientemente por la delincuencia organizada. En Colombia se diseñaron réplicas de huellas humanas exactas con fines ilícitos, réplicas que resultaron efectivas para vulnerar sistemas tecnológicos bancarios.

A raíz de los inconvenientes que se han presentado con los métodos de reconocimiento 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 a feliz término un caso en concreto, bien sea una sentencia acusatoria o una exculpatoria, pues tanto la una como la otra hacen parte de una buena administración de justicia. De ahí la relevancia de la siguiente pregunta: ¿Es factible que el estudio del iris en humanos vivos ingrese como método de identificación forense en el Sistema Penal Acusatorio Colombiano?

En ese entendido, el objetivo general de este trabajo es establecer la factibilidad de que este método de identificación forense ingrese en el Sistema Penal Acusatorio Colombiano. Como objetivos específicos se plantearon los siguientes:

- 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.
- c) Analizar la factibilidad de que el iris humano sea aceptado en Colombia como método de identificación forense.

Para estudiar el uso del iris humano como método de identificación forense resulta imperioso precisar algunos términos, que permiten tener una mejor y mayor comprensión del tema que se va a investigar.

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 es la técnica misma del procesamiento y gestión del elemento material probatorio y de la evidencia física. En este trabajo, en particular, se pretende estudiar desde la criminalística el iris humano como medio de identificación forense en humanos vivos, utilizando medios científicos, técnicos y tecnológicos que permitan identificar a una persona sin atisbo de error.

La biometría es la ciencia del análisis de las características físicas o comportamentales inherentes a cada individuo, que se pueden medir con el fin de autenticar su identidad. A través de la biometría se miden los puntos característicos e individualizables de una persona, utilizando equipos de última tecnología, que permiten la identificación inequívoca con fines legales. Se aprovechan los avances de la ciencia moderna para analizar la posibilidad de utilizar el iris humano y sus características únicas como medio de identificación humana y se inclusión 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.

Aunque cotejar los dactilogramas es un método probado por la comunidad científica ha presentado vulnerabilidades que están siendo aprovechadas por la delincuencia organizada, que es la que más ha avanzado en los métodos de autenticación múltiple, principalmente en el fraude bancario. No sobra decir que la identificación forense es un área sumamente importante en los procesos de carácter penal o civil, puesto que no se puede iniciar un juicio, sea el caso de la imputación, si no se tiene plena confirmación de la identidad de quien se presume cometió un delito.

Así las cosas, de lo escrito se vislumbra la necesidad de un nuevo método de identificación forense que amplíe los que actualmente contempla el derecho penal en Colombia. Así mismo, que las técnicas forenses de identificación humana estén en sintonía con los avances que establece la era moderna.

METODOLOGÍA

El diseño metodológico del presente trabajo es de tipo cualitativo, en razón del análisis del problema, mediante la comprensión hermenéutica de los procesos y resultados de investigación que se vienen desarrollando sobre el iris y su aplicación como técnica de identificación.

La investigación es exploratoria y descriptiva, busca examinar y profundizar el estudio del iris humano como método de identificación forense en humanos vivos, analizando su viabilidad para aplicarlo en el contexto de la criminalística nacional.

El iris como medio de identificación forense en humanos vivos

El estudio del iris data de 1936, cuando el oftalmólogo Frank Burch propuso usar los patrones del iris como método de reconocimiento. 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” (pp. 114-118).

Desde el 2001 se vienen realizando estudios sobre el iris humano como método de identificación, a partir de los cuales se establecieron los estándares internacionales para su uso en materia biométrica. Aunque el doctor John Daughman de la Universidad de Cambridge, Inglaterra, en 1994 creó los algoritmos para leer y mapear los sofisticados datos que se obtienen del iris, desde 1936 el oftalmólogo Frank Bruch había propuesto el uso del iris como método de reconocimiento, aduciendo que la ubicación y disposición de los vasos sanguíneos de la retina es única para cada ser humano, incluso la disposición misma del ojo izquierdo con respecto al derecho de una misma persona también era diferente. Pero

no sería sino hasta después del año 2000 que empezaron a surgir los primeros estándares aceptados internacionalmente.

La patente de John Daughman de un algoritmo de reconocimiento automático del iris venció el año 2005, lo cual 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 propios de la época. Por esta razón, hoy en día se encuentra el iris como método de identificación en muchas aplicaciones modernas como en los bancos, las centrales de inteligencia, accesos a laboratorios, entre muchas otras utilidades.

En el año 2002 se publicó el IrisCode, que es la base de los métodos que se utilizan en el mercado y para las pruebas que realizan en los Estados Unidos. En el 2005 algunas agencias gubernamentales de los Estados Unidos hicieron un test independiente acerca de la tecnología de reconocimiento mediante el iris del ojo humano (Independent Testing of Iris Recognition Technology), que determinó la capacidad de los algoritmos para hacer coincidir correctamente las muestras en una variedad de casos, en las que se utilizaron pruebas genuinas y comparaciones mediante el uso de impostores, también la adquisición de muestras del iris y las transacciones en un sistema de reconocimiento elaborado en un ambiente controlado y los equipos disponibles para el test, logrando un grado de aceptación muy alto en dichas pruebas (Homeland Security, 2005).

Ese mismo año (2005) salió la ISO/IEC 19794-6 (Formatos de intercambio de datos biométricos y sus anexos), que estandarizaron los formatos de intercambio de imágenes de iris para usarlos en los sistemas de identificación biométrica, en la verificación e identificación, así como el almacenamiento de imágenes dentro de una matriz. Este estándar no incluye los requisitos sobre las especificaciones ópticas de las cámaras, propiedades fotométricas de las imágenes del iris, requisitos sobre procesos de inscripción, flujos de trabajo y uso de equipos. Esta norma revisa la ISO/IEC 19794-6:2005 para los formatos de datos interoperables del iris, centrada principalmente en tres aspectos: 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).

En el 2007, en los Estados Unidos, se inició el programa NIST IREX, que basó su normatividad y aplicabilidad en el nuevo estándar. En el año 2009 se aplicó el estándar ISO/IEC 29794-6 en la industria. Finalmente, en el 2011 salió 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 privadas debían actualizar su sistema de gestión de la calidad y la

seguridad. A partir de ese momento se masificó el uso del sistema de autenticación o control de accesos a instalaciones gubernamentales, privadas y públicas, que con el avance de la tecnología creó equipos lectores de iris de un rango más amplio que los 30 centímetros iniciales, llegando hasta 2 m de distancia para captar el iris del ojo humano.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnologías (NIST, por su sigla en inglés), ubicado en Gaithersburg, Estados Unidos, publicó un reporte en el año 2012 llamado *Performance of Iris Identification Algorithms*, el cual buscaba evaluar el Proyecto Iris o IREX III, afirmando que se realizó inicialmente para soportar el estándar ISO / IEC 19794-6 y luego el 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 se diseñó 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 muy prometedores en las pruebas realizadas con la técnica una

a muchos y muchos a una, pues 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 publicó 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. Por su parte, Colombia ha empezado a emplear esta tecnología en Migración Colombia, mediante equipos donados por el Departamento de Seguridad de los Estados Unidos. El sistema permite la interconexión mundial, facilitando cruzar todas las bases de datos para buscar terroristas o a quienes 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 que 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 el entorno está muy iluminado, permitiendo que pase menos luz por la pupila y se puedan ver mejor los objetos. Pero cuando el entorno es muy oscuro, estos músculos se relajan y la pupila se dilata, dejando pasar mayor luz hacia la retina. Otra función del iris es darle el color característico a los ojos, para lo cual tiene una amplia gama, que varía según los sujetos y las razas. La tonalidad de los ojos varía según el grosor de las láminas de pigmentación y la concentración de melanina. Entre mayor sea el nivel de melanina y el grosor de las láminas de pigmentación más oscuro es el color de los ojos.

El iris se forma desde los tres meses de gestación, a los ocho meses se encuentra completamente desarrollado. La pigmentación del iris termina por estabilizarse al año de nacimiento y permanece sin cambios durante el resto de la vida, siempre y cuando no se presenten daños externos o algún tipo de enfermedad. Como el iris es la base central de este trabajo de investigación, se analizan

de manera pormenorizada su composición y su funcionamiento.

Como lo explica Sarah Romero (2019), el iris 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 se denomina parte central o pupilar y la zona exterior se llama ciliar. Estas zonas están delimitadas por el collarete, representado por los bordes de las dos regiones o zonas (figura 1).

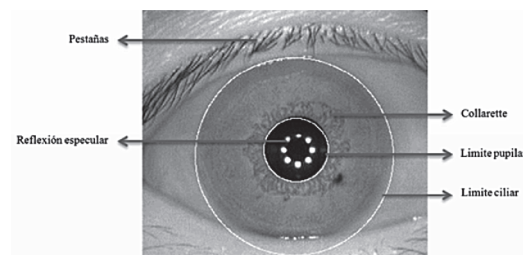


Figura 1. Zonas del iris

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

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

Para Sánchez-Reillo (2000), el iris del ojo humano tiene una serie de características que lo hacen potencialmente importante para su uso como método de identificación, como la estabilidad frente a cambios originados por

accidentes, ya que está protegido por la córnea. Por otra parte, es fácilmente detectable en humanos vivos. Adicionalmente, la captura de la imagen no es invasiva (actualmente existen equipos de lectura del iris humano de hasta dos metros de proximidad). Otra particularidad es la fiabilidad, ya que 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.

Estas características hacen del iris un medio eficaz para ser utilizado por la ciencia forense como método de identificación legal. Otras propiedades importantes del iris del ojo humano son: la perennidad, puesto que se forma desde el tercer mes de gestación y no presenta cambios después del tercer año; la unicidad, debido a que la probabilidad de que dos personas tengan el mismo patrón del iris es nula, y la aceptabilidad, porque el reconocimiento del iris no es invasivo y el escaneo no causa daño (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, con los cuales la imagen del ojo, tomada por una cámara, se transforma en una plantilla única para cada individuo mediante un proceso de codificación.

El reconocimiento a través del iris presenta un grado muy alto de fiabilidad, su facilidad de uso es media debido a la sofisticación de los

medios técnicos, aunque esto se puede mejorar con capacitación. La prevención frente a ataques de suplantación es muy alta, debido a la imposibilidad de duplicar las características únicas del patrón del iris. Su grado de aceptación es medio y su estabilidad muy alta, pues a menos de 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 las siguientes cuatro etapas (figura 2):

1. Adquisición de la imagen
2. Pre-procesamiento
 - a. Segmentación
 - b. Normalización
3. Codificación
4. Comparación

Primera etapa. Adquisición de la imagen

La ISO/IEC 19794:2011 establece los formatos de datos de imagen que se deben usar para obtener buena calidad y para que el sistema 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 información han cambiado notablemente, por lo que ahora no se requieren equipos de toma de muestra tan cercanos, basta con tener un buen ángulo, como el

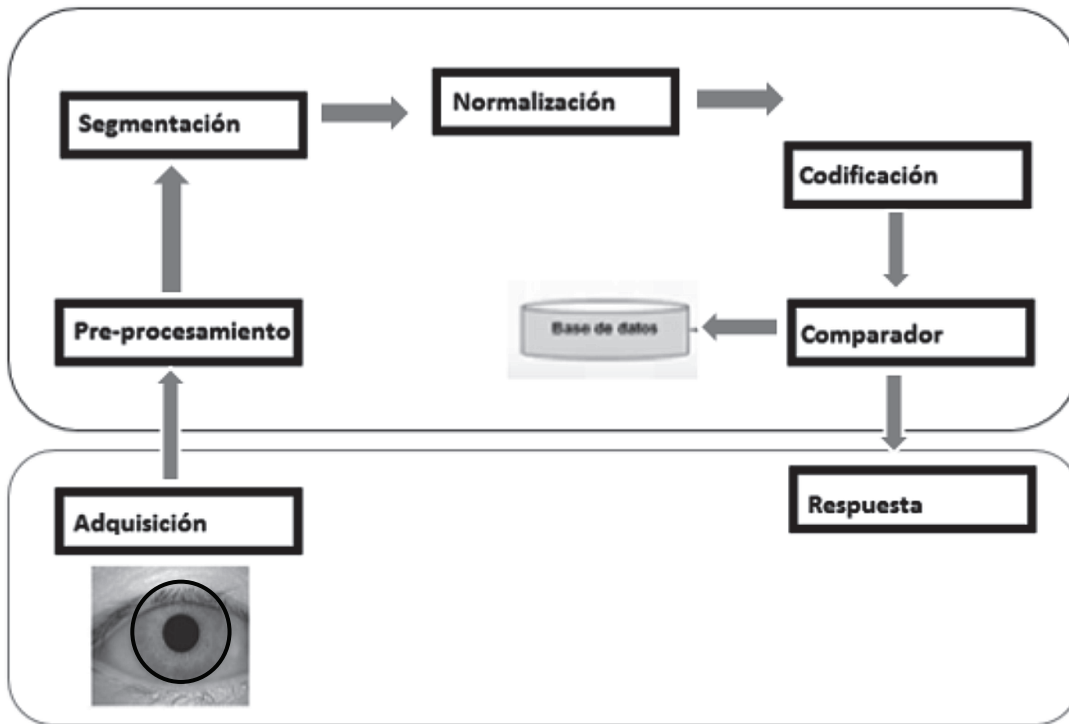


Figura 2. Etapas de transformación

Fuente: elaboración propia.

equipo AOptix InSight (InSight® Duo - Simultaneous Iris and Face Biometric System, que trabaja en un rango de 1,5 a 2,5 metros con tomas de altísima calidad, con un tiempo mínimo de exposición. En el mercado existen dispositivos de toma de muestra mono-ojo o multi-ojo, que con la ayuda de una luz infrarroja iluminan 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 de la comunidad internacional de biometría desde el 2002. Esta amplia base de datos cuenta en su versión 4.0 con un to-

tal de 54.607 imágenes de iris de más de 1.800 personas genuinas y 1.000 sujetos virtuales, con imágenes de 8 bits en formato JPEG, iluminadas con infrarrojos. Se pueden adquirir gratuitamente desde http://english.ia.cas.cn/db/201610/t20161026_169399.html.

Etapa de pre-procesamiento

Aparte de los elementos esenciales para el fin que busca la biometría, la imagen obtenida contiene otros aspectos que se tratan como ruido, como los párpados, las pestañas y las áreas que forman parte del rostro y que se deben retirar antes de extraer las características biométricas de la región del iris. Esta etapa tiene dos subetapas.

Segmentación

A su vez, esta subetapa tiene dos divisiones, según Blancas-Núñez (2014). La detección del círculo de la pupila y la detección del círculo del iris. Para esto, se genera un histograma de grises y se determina un umbral en el que se aísla la pupila, si queda con ruido (pestaña) se retira de la imagen a través de un filtro y este componente se etiqueta 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. Si es el caso, se extrae la región del iris y se retira el ruido (párpado) a través de “Canny” y nuevamente la transformada de Hough. Según Orozco-Rosas (2012), citando a S-Lim, K. & Kim, J. “se puede hacer uso de un modelo propuesto por ellos para la detección de la pupila y párpados, haciendo uso de un algoritmo que mejora la detección de estos ruidos, mejorando la segmentación de la región del iris” (p. 357).

Normalización

En esta sub-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 cuenta con el conocimiento del centro de la 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 desenvolverse y se transforma o normaliza en una imagen rectangular de dimensiones constantes o plantilla.

Etapa de codificación

Se toma la imagen rectangular o plantilla con la información de la región del iris normalizada, se extrae la información más detallada y se codifican 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 cuantificarlas en cuatro niveles. 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

Cuando se requiere una identificación o autenticación se repiten todos los procesos automáticamente, registrando la imagen, procesándola y comparándola con la información almacenada en la base de datos.

Estándar internacional

La Organización de Estándares Internacional (ISO, por su sigla en inglés) ha venido trabajando en la ISO/IEC 19794-6 (Part 6: Iris image data) desde el año 2005, estándar 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 forma-

tos 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 lo son. La etapa de preprocesamiento y las subetapas de segmentación y normalización describen la técnica de que trata la norma.

La norma ISO/IEC 19794-6:2005, revisada por la norma ISO/IEC 19794-6:2011, no establece requisitos sobre las especificaciones ópticas de las cámaras que se emplean en la 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 píxeles, 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. No obstante, 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 el algoritmo de comprensión 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, párpados).

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 prever esta situación haciendo uso del muestreo polar de los píxeles del iris, pero se detectaron vulnerabilidades y defectos del método polar, razón por la cual en el 2008 la norma excluyó los antiguos formatos polares.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por su sigla en inglés), del Departamento de Comercio de los Estados Unidos, adelantó 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. A finales del 2009 elaboró 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).

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), que puede utilizarse en sistemas biométricos

para preservar completamente la textura del iris, permitiendo tamaños de la imagen del iris de 20 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 que se deben 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 puedan implementar sistemas biométricos utilizando el iris humano como método de identificación, no sólo en transacciones comerciales o 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.

Como se mencionó, estos métodos han tenido un recorrido histórico y han sufrido a lo largo del tiempo un sinnúmero 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 fiables.

El método de identificación a través del iris humano ha tenido un enorme recorrido, desde 1936 hasta el 2020, casi 90 años de continua discusión, pruebas, estudios, normalización y estandarización, logrando un alto grado de aceptabilidad en la comunidad científica internacional, lo que ha permitido su adopción por sistemas penales tan rígidos y meticulosos en aplicaciones gubernamentales, de control de fronteras, comercio y antecedentes penales como el de Estados Unidos.

El Ministerio de Relaciones Exteriores a través de Migración Colombia ha venido utilizando el registro y toma del iris como método de identificación desde el 2018 en el control fronterizo; sin embargo, por falta de regulación este método sería fácilmente cuestionado en un tribunal judicial.

Para que el Congreso lo presente como un método de identificación válido judicialmente se requiere primero que sea aportado por la ciencia, lo que se ha mostrado en el desarrollo de este artículo, con base en la información obtenida a lo largo de los casi 90 años de estudio y desarrollo de estándares internacionales. Así mismo, que la criminalística establezca en sus manuales el uso de

un nuevo método de identificación, lo cual sería 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 en la toma de muestra, gracias a que la ciencia ha logrado demostrar que presenta patrones inequívocos únicos, que permanecen a lo largo de la vida de la persona y lo hacen diferente, principio de unicidad.

Quedarían por salvar cuestiones éticas como el manejo de los datos personales, protegidos por la Ley de Habeas Data o Ley 1266 de 2008, puesto que al almacenar las imágenes y patrones del iris en bases de datos se requiere un tratamiento legal para el nuevo método de identificación, entendiéndose que tanto las huellas dactilares, el rostro y el iris de los ojos humanos hacen parte de los datos personales del ciudadano.

CONCLUSIONES

Como método de identificación forense, el iris es un método estudiado por la ciencia desde 1936 y 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 se cuenta con un método de identificación de personas fiable, que le aportará a la ciencia forense colombiana una

nueva herramienta para realizar una de las funciones más importantes en la actuación procesal, y sin la cual sería imposible una imputación, la identificación del que será objeto de investigación judicial.

Respecto a la fiabilidad del iris como método de identificación de personas, se puede concluir que grandes agencias como el FBI y el Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos lo han incluido entre su anaquel de herramientas vinculadas a la investigación criminal y al control fronterizo, lo que permite colegir que es un método fiable que se usa en el ámbito legal.

Para concluir, Colombia cuenta con los medios disponibles para incluir en el ordenamiento legal al iris como medio de identificación de personas y como método moderno en las ciencias criminalísticas.

REFERENCIAS

- Araya, C. A. (2009). *Semanticscholar*. Obtenido de Estudio comparativo de métodos de identificación médico legal: <https://pdfs.semanticscholar.org/812f/aa1e8ccf-5740c83b210bfb40c5eb77236d6a.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. Obtenido de https://noticias.caracoltv.com/jsroll_view_entity/node/215206/full.
- Código de Procedimiento Penal (31 de agosto de 2004). Ley 906 de 2004. Diario Oficial No. 45.658 del 1º. de septiembre de 2004. Bogotá D.C.
- 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>.
- Garay, M. I. (2007). Dr. Óscar 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-bit-map-nueva-tecnologia-para-control-inmigrantes-149834#OP>.
- Guerra, A. (2020). *Odontoestomatología Forense*. Santa fe de Bogotá: Ecoe Ediciones.
- 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>.
- Instituto Nacional de Justicia (2002). Libro de referencia de las huellas dactilares. Washington, DC: 20531. Obtenido de <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/249575.pdf>.
- 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.secre>

tariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0038_1993.html.

<https://www.nist.gov/programs-projects/iris-exchange-irex-overview>.

Marín, L., & Moreno, F. (2003). Odontología forense: identificación odontológica. Reporte de casos. *Revista Estomatología*, 41-49. Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/2276/Odontologiaforense.pdf;jsessionid=B48270092106834B95E-9FD026F0279E2?sequence=1>.

(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>.

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

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

NIST (17 de 06 de 2010). *National Institute of Standars and Technology*. Obtenido de

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