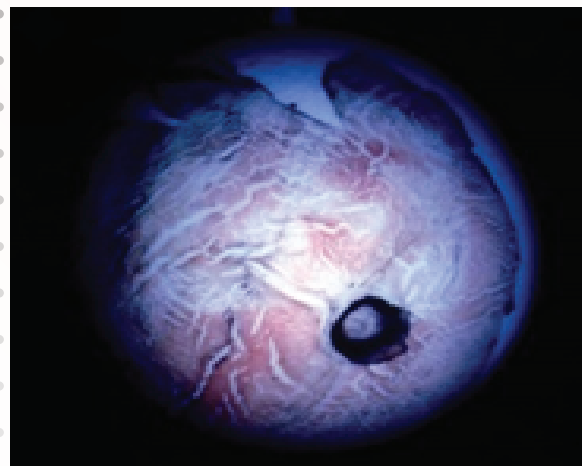


# SKOPEIN

## RUIV

### Reconstrucción de la Última Imagen

Carlos M. Diribarne



### Avances Tecnológicos al Servicio de la Criminalística

Nehuen Otero - Juan P. Acorinti



### Micología Forense

Lucas Bravo Berruezo - María C. Tranchida

iiEntrevista Exclusiva!!

## Roberto Foyo

Médico legista y Criminólogo



CRIME SCENE DO NOT CROSS

Copyright© Revista Skopein - ISSN 2346-9307  
Año II, Número 3, Marzo 2014

Imágenes de la portada:

[http://www.scilogos.com/life\\_off\\_the\\_edge/forensic-mycology-taking-hebeloma-to-court/](http://www.scilogos.com/life_off_the_edge/forensic-mycology-taking-hebeloma-to-court/)  
<http://forum.hoaxilla.com/index.php?topic=450.0>

## AVISO LEGAL

Skopein es una revista online de difusión gratuita y sin fines de lucro destinada al público hispanoparlante de todas partes del mundo, ofreciéndoles a estudiantes, graduados y profesionales, un espacio para publicar sus artículos científicos y divulgativos, con su respectivo registro digital de propiedad intelectual, detallado en el siguiente apartado. Por lo tanto, la revista no se hace responsable de las opiniones y comentarios que los lectores expresen en nuestros distintos medios (como el foro), ni de las opiniones y comentarios de los colaboradores que publican dentro de la misma, y en ningún caso representando nuestra opinión, ya que la misma sólo se verá reflejada dentro de las notas de la Editorial.

El equipo revisa el contenido de los artículos publicados para minimizar el plagio. No obstante, los recursos que manejamos son limitados, por lo que pueden existir fallas en el proceso de búsqueda. Si reconoce citas no señaladas de la manera debida comuníquese con nosotros desde la sección de contacto, o regístrese en nuestro foro para participar dentro del mismo.

## Registro de propiedad Intelectual

Tanto el proyecto, como el sitio donde se hospeda, logo e imágenes y todos los artículos, notas y columnas de opinión que publica cada número de la revista, están protegidos por el Registro de Propiedad Intelectual de SafeCreative y Creative Commons bajo las licencias Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported a nivel Internacional, y la licencia Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 2.5 en Argentina.

Todos los artículos poseen sus propios códigos de registro con dichas licencias, por lo tanto, el usuario común tiene permiso de copiar y distribuir el contenido de los mismos siempre y cuando realice el debido reconocimiento explícito de la autoría y no realice modificaciones en obras derivadas, ni lo utilice para hacer uso comercial.

“Skopein”, “La Justicia en Manos de la Ciencia” y logotipo incritos en registro de Marcas, acta N° 3.323.690 (INPI)





## Microscopio:

Derivado del adjetivo griego *micro* (mikrós), que significa "pequeño", y **SKOPEIN**, que se refiere a "observar", "examinar".

*"Instrumento óptico destinado a observar objetos extremadamente diminutos, haciendo perceptible lo que no lo es a simple vista". - Real Academia Española, 22ª edición (2001)*

## EQUIPO SKOPEIN

### DIRECTORES

Diego A. Alvarez  
Carlos M. Diribarne

### JEFES DE REDACCIÓN

Luciana D. Spano  
Patricio M. Doyle

### AUTORES EN ESTE NÚMERO

*Nehuen Otero*  
*Juan P. Accorinti*  
*Carlos M. Diribarne*  
*Hernán O. López*  
*Lucas Bravo Berruezo*  
*María C. Tranchida*  
*Patricia Pinotti*  
*Diego A. Alvarez*

### DISEÑO DEL SITIO

Diego A. Alvarez

### DISEÑO DE REVISTA

Carlos M. Diribarne  
Fernando Pino

### DISEÑO DE LOGO

Braian W. Diribarne

### POSICIONAMIENTO Y DIFUSIÓN

Diego A. Alvarez  
Patricio M. Doyle

## NOTA EDITORIAL

### **Año nuevo, imagen nueva**

Un nuevo año ha comenzado, y nos pareció motivo suficiente para que, en este número, hagamos cambios en lo que respecta a la imagen y estructura de la revista. Esperamos que disfruten de este nuevo diseño.

### **Staff Científico**

Como habrán visto, la sección "Equipo" de nuestro sitio ha sido modificada pero aún sigue en proceso de construcción. Además del apartado ya agregado de "Index de autores", es de nuestro interés incorporar un Staff Científico, integrado por especialistas de diferentes áreas forenses, que evalúe y analice el material postulado para ser publicado, ante dudas generadas en el equipo editorial, por carecer de los conocimientos específicos del tema en particular. Será bienvenida toda postulación proveniente de profesionales idóneos en áreas específicas que deseen formar parte de este nuevo staff, colaborando con nosotros en el desarrollo de Skopein.

### **Contenidos publicados**

En este número, que no pierde la naturaleza multidisciplinaria que caracteriza a nuestra revista, hemos enfocado su contenido principalmente en la Medicina aplicada a la Criminalística, incluyendo una entrevista a un conocido médico legista, y tratando temas donde la anatomía cumple un rol imprescindible en el esclarecimiento de interrogantes que surgen en la investigación de hechos delictivos.

### **Agradecimientos**

Como siempre, queremos agradecer a todos los que hacen posible la publicación del presente número: a los autores, a aquellos docentes que nos asesoran y ayudan en la redacción de artículos, a quienes difunden y comparten la revista a través de los distintos medios y redes sociales, al Dr. Foyo por permitirnos entrevistarlo, y por supuesto a los lectores, tanto a aquellos que nos siguen desde el comienzo como a los que recién nos descubren.

EQUIPO SKOPEIN

# SKOPEIN



## **Avances tecnológicos al servicio de la Criminalística**

*Por: Nehuen Otero  
Juan P. Accorinti*



## **Entrevista exclusiva a:**

### **ROBERTO FOYO**

*Medico legista y Criminólogo*



## **RUIV: Reconstrucción de la Última Imagen Visual (Parte I)**

*Por: Carlos M. Diribarne*



## **Firma Electrónica Escrita: ¿Es útil para el estudio comparativo?**

*Por: Hernán O. López*



## **Micología Forense**

*Por: Lucas Bravo Berruezo  
María C. Tranchida*



## **Grafología detectora de A.S.I.**

*Por: Patricia Pinotti*

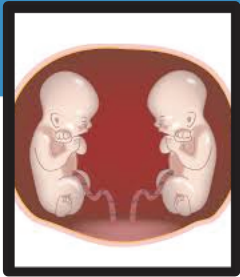


## **Identificación Biométrica de Gemelos**

*Por: Diego Alvarez*



# Identificación Biométrica en Gemelos



Diego A. Alvarez \*

dalvarez@skopein.org

## INTRODUCCIÓN

La biometría, entendida como el estudio de aquellas características físicas o conductuales que son susceptibles de ser medidas para individualizar a las personas, ha sido universalmente extendida en el último siglo para la identificación humana, valiéndose principalmente del avance en conjunto con la informática, al tratarse de un método mucho más eficiente que los tradicionales basados en la memoria del individuo (ej. Contraseñas), u otros medios de autenticación indirectos y remotos (ej. Fichas, tarjetas de acceso, etc.). Esto se debe a que, si bien los mismos permiten establecer de manera absoluta la autenticación del usuario, las tarjetas de acceso se pueden robar, y las contraseñas adivinar, por lo tanto, el robo de identidad y el fraude que conlleva esto se vuelve una práctica sencilla. En cambio, las características biológicas o conductuales difícilmente puedan ser robadas, compartidos o imitados: los sistemas de acceso basados en biometría requieren para la correcta autenticación, la presencia física de la persona que quiere ingresar, a fin de proveer en el lugar y en el momento, su característica fisiológica-conductual para ser medida, contrastada con las registradas en la base de datos, y verificar

(o no) si se trata del mismo usuario, por similitudes con el registrado, aunque sus resultados no se manifiesten del todo absolutos. Debido a la variabilidad de la información procesada, o ante la presencia de grandes similitudes -como en los casos de gemelos, que se analiza en el presente artículo-, pueden producirse falsos positivos (probabilidad de que acceda un individuo no autorizado) o falsos negativos (usuarios legales que son rechazados), errores que deben mantenerse en porcentajes bajos de probabilidad para mantener la fiabilidad de su sistema, sin quitarle comodidades al usuario<sup>1</sup>.

## PILARES DE LOS MÉTODOS Y SISTEMAS BIOMÉTRICOS

Muchos han sido los métodos biométricos desarrollados para la identificación de personas. Las mismas deben poseer ciertas características para ser útiles en su función, tanto como método como sistema automatizado. Si bien varían dependiendo el tipo, en líneas generales todos comparten los siguientes<sup>2</sup>: permanencia (las características se mantienen invariables en el tiempo), universalidad (todo el mundo las posee), colectabilidad (deben ser fáciles de capturar y

(\*) Estudiante de Criminalística y de Calígrafo Público Nacional (IUPFA), fundador de **e-commerce** de insumos periciales

<sup>1</sup> Pérez Cortés, Juan C., Paredes Palacios, Roberto. "Sistemas de seguridad basados en características biométricas", *Revista Actualidad TIC* N° 7, 2005, pag. 5

<sup>2</sup> Jain, Anil, Prabhakar, Salil, Pankanti, Sharath, "Can Identical Twins be Discriminated Based on Fingerprints?", *Pattern Recognition*, 2002, pag. 2

procesar) y unicidad (son únicas y diferentes en cada uno).

Teniendo en consideración estas propiedades, se podrá identificar y diferenciar efectivamente a cada individuo del planeta, ya que la unicidad de sus características es inherente en cada ser humano por la diversidad genética existente, y este proceso aleatorio afectará directamente el desarrollo del embrión, dándole las características a sus rasgos biométricos. El problema estará dado, entonces, en aquellas personas de misma identidad genética, y que por lo tanto compartirán similares características físicas.

## BIOMETRÍA EN GEMELOS

Por definición, los gemelos no pueden ser distinguidos por su ADN<sup>3</sup>, puesto que se desarrollan cuando un sólo óvulo femenino fertilizado por un sólo espermatozoide, se divide en dos, por causas que aún se desconocen<sup>4</sup>, dando lugar a dos embriones con mismo material genético<sup>5</sup>, a diferencia de los dicigóticos o "mellizos" que parten de diferente óvulo debido a la liberación de dos óvulos en un mismo ciclo ovárico, y por lo tanto poseen características genéticas distintas.

Sin embargo, pese a que los gemelos poseen los mismos genes por su origen monocigótico, que son los que teóricamente definirán las características físicas, que serán similares, no toda la información contenida en los cromosomas se manifiestan en el individuo. Podrán poseer similar genotipo, pero serán fenotípicamente diferentes, puesto que la expresión de los genes en ambos variará por la diferente influencia ambiental<sup>6</sup>. Un conjunto de factores dentro del útero durante el desarrollo del feto,

afectarán de manera distinta a ambos, modificando, alterando o brindándoles nuevas características a estos rasgos en microescala, que permitirán eventualmente su identificación y diferenciación.

El presente artículo tiene por objeto pasar revista por los métodos y sistemas biométricos más difundidos y empleados, analizando su eficacia ante casos de esta especial naturaleza, que los siguen haciendo funcionales y aceptables.

## IDENTIFICACIÓN PAPILOSCÓPICA

El sistema biométrico más extendido en el mundo por su gran aceptación, fiabilidad y bajas tasas de error, es sin lugar a dudas la papiloscopía, más precisamente su rama más difundida, la dactiloscopía. Definiéndola, es la ciencia que permite la identificación física indubitable, categórica y fehaciente de una persona, a través de los dibujos formados por las crestas papilares y surcos interpapilares situados en los dígitos de las manos<sup>7</sup>. Estos altos y bajos relieves (crestas y surcos) que conforman dichos dibujos, son figuras congénitas que, dadas sus características únicas, nos permite establecer identidad humana.

En gemelos, si bien hay factores genéticos determinantes en la formación de los pulpejos de las crestas papilares (que dos personas desarrolladas desde el mismo cigoto van a compartir), ya en el desarrollo en la etapa de vida intrauterina, ambos fetos tienen diferente interacción con el medio circundante<sup>8</sup>, que generarán los finos detalles que darán forma a las huellas papilares. Por lo tanto, este microambiente que genera cambios tan sutiles en la formación de los pulpejos producirá, a largo plazo y durante las

<sup>3</sup> Técnicamente no es así, ya que durante el proceso de división celular se producen micromutaciones, pero en el análisis del perfil genético se vuelve generalmente indetectable y difícil de diferenciar

<sup>4</sup> Probablemente por algún accidente aleatorio que acaece durante el desarrollo temprano del embrión

<sup>5</sup> Cardini, Fernando, "¿Porqué las huellas digitales son diferentes en los gemelos idénticos?", *Criminal Investigation Newsletter* N° 2, pag. 1

<sup>6</sup> "Los gemelos en la genética humana", en [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/gpepe/g-humana/-clases/Tema\\_02-gemelos/los\\_gemelos\\_en\\_la\\_genetica\\_humana.htm](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/gpepe/g-humana/-clases/Tema_02-gemelos/los_gemelos_en_la_genetica_humana.htm)

<sup>7</sup> Alegretti, J. Carlos, Brandimarti de Pini, Nilda M. *Tratado de Papiloscopía*. Ed. La Rocca, 2007, p. 68

<sup>8</sup> Con el líquido amniótico por el cambio de posición, otros factores como la presión en el útero, el crecimiento en huesos, entre otros. Aunque los factores intervinientes en el proceso de formación sean aún un misterio y estén en continua investigación, se cree que también interviene el largo y ancho del cordón umbilical, el cual puede producir diferente flujo de sangre y, por consiguiente, mayor o menor desarrollo en brazos y manos al intentar preservarla para el cerebro, variando los tamaños de los dedos, que darán como resultado formación de mayor cantidad de verticilos en los mismos.

siguientes etapas de crecimiento, diferencias macroscópicas que nos permitirán distinguir a dos gemelos idénticos<sup>9</sup>.

El primer sistema, el dactiloscópico argentino, ideado por Vucetich para identificación dactiloscópica, posee 4 tipos fundamentales<sup>10</sup> para clasificar un dactilograma y una subclasificación en más tipos que nos brindará una identificación parcial. Para su determinación, toma en cuenta principalmente la presencia o ausencia del delta<sup>11</sup> y, de darse el primer caso, su cantidad y posición frente a quien observa<sup>12</sup>, pudiendo tratarse de un arco (dactilograma carente de delta), presilla interna o externa (delta hacia la derecha e izquierda respectivamente) o verticilo (dos o más deltas opuestos). Pero la identificación categórica que nos brinda la técnica se encuentra en el análisis de los puntos característicos de la huella, es decir,

características que de estar igualmente situadas, ubicadas y dirigidas, nos dará con una identidad única.

Como resultado, en un análisis extrínseco obtendremos que los papilogramas de los gemelos *parecerían* ser similares o, por lo menos, más parecidos que entre personas no idénticas, ya que en muchos de los casos compartirán mismos diseños e incluso misma clasificación de tipos y subtipos. Pero no podrán superar el análisis intrínseco, basado en la observación pormenorizada en búsqueda de características dadas por finos detalles de forma congénita que, obteniendo cantidad suficiente de puntos característicos (como horquillas, islotes, etc.) que cumplan con una calidad requerida<sup>13</sup>, revelarán diferencias que permitirá la identificación categórica de ambos individuos<sup>14</sup>. (ver fig. 1)



Fig. 1. Se puede apreciar en la parte superior, las impresiones dactilares de 4 dígitos del primer gemelo (a) frente a las de su correspondiente hermano idéntico (b); y debajo, las impresiones de dos mellizos (no idénticos), el primer hermano (c) y su correspondiente (d). En el primer caso, podemos observar que el par de gemelos posee a grandes rasgos mismos diseños e incluso mismos tipos fundamentales (en todos los casos, presillas internas y externas). En cambio al comparar las impresiones de los mellizos, a simple vista se puede ver que ni siquiera comparten los tipos y diseños (el segundo dígito por ejemplo, se trata en el primero de una presilla, mientras que en el segundo, su tipo fundamental es un verticilo).<sup>15</sup>

<sup>9</sup> Cardini, Fernando, *op cit.*, pag. 1

<sup>10</sup> Que representan la totalidad de los dibujos patrones posibles

<sup>11</sup> Confluencia de 3 sistemas de líneas o espacios, dos formando ángulo y otro unido a su vértice. Alegretti, Brandimarti de Pini, *op cit.*, pag. 69

<sup>12</sup> Alegretti, Brandimarti de Pini, *op cit.*, pag. 70

<sup>13</sup> Dichos puntos deben coincidir con exactitud en ubicación (lugar preciso), situación (deben guardar igual distancia entre sí) y dirección (deben poseer misma orientación). *Tratado...* p. 333

<sup>14</sup> Para mayor información acerca de resultados obtenidos en estudios experimentales en gemelos, este autor recomienda la lectura de las publicaciones: Tao X, Chen X, Yang X, Tian J, et al., "Fingerprint Recognition with Identical Twin Fingerprints". *PLoS ONE* 7(4): e35704, 2012; y Sargur N. Srihari, Harish Srinivasan, Gang Fang, "Discriminability of Fingerprints of Twins", en *Journal of Forensic Identification* 58 (1), 2008

<sup>15</sup> Imagen extraída del estudio publicado en el artículo "Fingerprint Recognition with Identical Twin Fingerprints", por Tao X, Chen X, Yang X, Tian J, et al. (2012)



## RECONOCIMIENTO FACIAL

El reconocimiento a través del rostro es uno de los sistemas de mayor crecimiento y expectativa, pero a su vez, plantea uno de los problemas más complejos en cuanto a su uso y fiabilidad, y es por ello que aún no hay consenso claro y está en constante desarrollo e investigación<sup>16</sup>.

Por lo general, estos sistemas funcionan básicamente del mismo modo: primero localizan el rostro en la imagen, y lo distinguen del resto; luego, caracterizan la misma y registra sus parámetros, tomando rasgos particulares y comunes (ojos, boca, nariz, etc.) y su posición específica en el rostro, para después poder compararlo con los almacenados en su base de datos.

Como fue mencionado en un principio, la identificación del rostro supone serios problemas ya que tiene baja resistencia al engaño (el uso de disfraces o accesorios tales

como anteojos pueden llegar a confundir al sistema)<sup>17</sup>, resultando todo un desafío crear algoritmos capaces de afrontar este conflicto. No es de sorprender que la eficacia de este sistema usada en tecnologías de distinta índole para variadas aplicaciones se vea vulnerada cuando de gemelos se trata, a pesar de estar basados en el propio funcionamiento del ojo humano para identificar a las personas. Hubo estudios<sup>18</sup> en donde participantes humanos observaban imágenes faciales de pares de gemelos y respondían acorde a un nivel de certeza, si se trataba de la misma persona o de hermanos idénticos, con el objeto de determinar cuáles eran los rasgos y características que las personas utilizan para lograr la distinción, y cuanto tiempo requerían, compararlo con tecnologías de reconocimiento, a fin de mejorar los actuales algoritmos utilizados para realizar la labor. Los resultados arrojaron que mientras mayor fuera el tiempo de análisis, mejor se acertaba, y que las características más tenidas en cuenta por los



Fig. 2. Muchas son las tecnologías que hoy en día utilizan los sistemas de reconocimiento facial. Un ejemplo es la red social Facebook, como una aplicación que permite identificar y etiquetar a sus usuarios a través de la comparación con otras imágenes registradas en su plataforma. En este caso, el sistema las confunde y toma a ambas gemelas como la misma persona, de forma indistinta, dejando en evidencia el pobre desarrollo de sus algoritmos.<sup>19</sup>

<sup>16</sup> Pérez Cortés, Juan C., Paredes Palacios, Roberto, *op cit.*, pag. 6

<sup>17</sup> *Vide supra*, pag. 7

<sup>18</sup> Biswas, S., Bowyer, K., Flynn, P., "A Study of Face Recognition of Identical Twins by Humans", *WIFS, IEEE*, (2011). En el estudio, participaron 23 estudiantes voluntarios de la Universidad de Notre Dame.

<sup>19</sup> Agradezco a las gemelas Alessandra y Carla que se prestaron y facilitaron sus fotos para probarlas en la plataforma



Fig. 3. Comparación termográfica del rostro de dos gemelos

humanos para tomar su decisión, eran los lunares, las pecas y las cicatrices. Sin embargo, y a pesar de este descubrimiento, hubo un pequeño porcentaje de personas que de todos modos no lograron acertar con sus respuestas. (ver fig. 2)

Se ha planteado como posibilidad de mejora utilizar análisis complementarios que tampoco el ser humano pueda percibir, como la utilización de cámaras infrarrojas para captar las variaciones de la temperatura que generan los vasos sanguíneos que discurren debajo de la superficie de la piel, efectuando una imagen térmica o termográfica del rostro, que son únicas, no pueden ser cubiertas por ningún disfraz, y facilita la tarea de identificación<sup>20</sup>. (ver fig. 3)

En resumen, si bien los sistemas de reconocimiento facial utilizados en distintas plataformas informáticas no son muy efectivos a la hora de reconocer y diferenciar gemelos por poseer algoritmos de baja calidad, se podrían volver más eficaces usándolo en combinación de otros softwares complementarios, tales como de marcas faciales<sup>21</sup>, termografía, 3D u otros<sup>22</sup>, o directamente en conjunto con otras biometrías tales como las descritas en sus respectivos apartados aquí.

Por supuesto, aquellos sistemas de reconocimiento facial de aplicación forense, a diferencia de estas tecnologías de distinta aplicación, cuentan con cámaras de alta resolución, algoritmos complejos y softwares complementarios de avanzado desarrollo, que permiten reducir al mínimo las tasas de error, volviéndose una excelente herramienta de identificación capaz de diferenciar incluso gemelos.

## RECONOCIMIENTO DEL IRIS

La membrana circular retráctil que se encuentra en el ojo, rodeando la pupila y rodeada por la esclerótica, de varios colores, es el iris. Su función es la de regular la cantidad de luz que ingresa a la retina, actuando a modo de diafragma a través de dos músculos que contraen o dilatan la pupila. Está compuesta por varias capas, en las cuales tiene repartidas muchas pequeñas características como crestas, estrías, criptas, rayas y surcos, distribuidas aleatoriamente por todo el iris, lo que le confiere una textura única a cada individuo<sup>23</sup>, siendo, a través de una adecuada extracción, un formidable método de reconocimiento biométrico.

Mientras que la anatomía, fisiología y

<sup>21</sup> Biswas, S., Bowyer, K., Flynn, P., op cit.

<sup>22</sup> Más softwares y tecnologías se han propuesto en "Facial Recognition of Identical Twins"

<sup>23</sup> AAVV., "A Study of Multibiometric Traits of Identical Twins", 7667 Proc. of SPIE 7667OT-1, 2010, p. 5

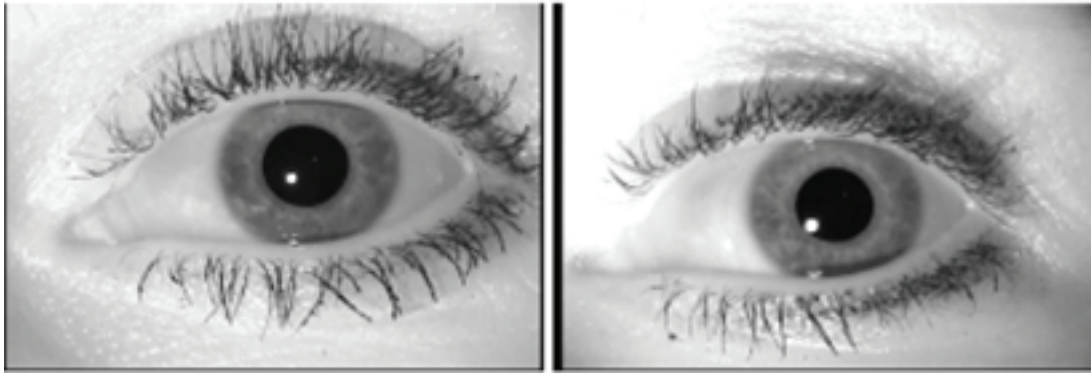


Fig. 4. Imágenes de los ojos izquierdos de dos gemelos. Se puede observar una cierta similitud en la textura general de sus iris.<sup>27</sup>

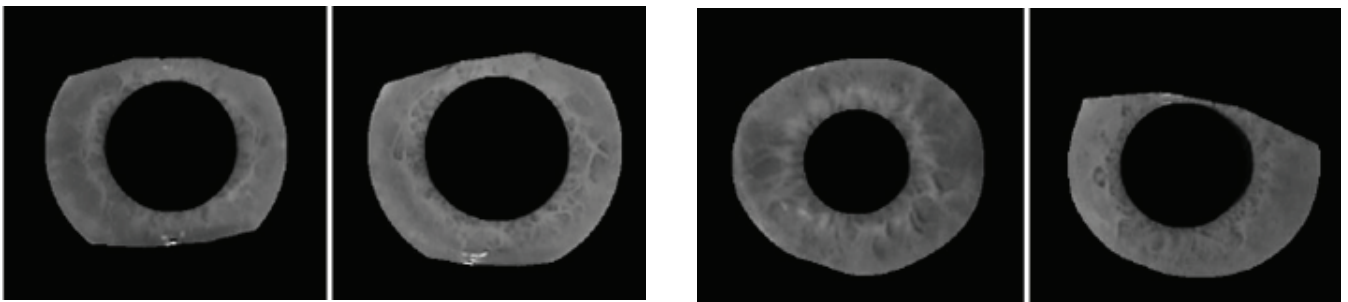


Fig. 5. A la izquierda, zona del iris extraída de los mismos ojos de los gemelos anteriores, en comparación con los iris extraídos de personas no idénticas (a la derecha). En detalle y con la resolución adecuada, se puede apreciar particularidades que difieren entre sí.<sup>27</sup>

color se determinan de manera genética, la formación de estas minucias que componen el patrón de la textura del iris se desarrollan de manera aleatoria en el útero, y se vuelven estables e inmutables a partir del octavo mes de gestación, hasta el final de la vida<sup>24</sup>. Se trata de un rasgo biométrico casi netamente fenotípico, ya que estos patrones son determinados por el ambiente circundante del embrión, y esto supone la posibilidad de discriminar a gemelos analizando el iris en detalle; de hecho, incluso el iris derecho e izquierdo de una misma persona son distintos entre sí<sup>25</sup>.

Para la adecuada identificación, los sistemas biométricos basados en el iris (como por ejemplo, IrisCan) realizan primero una captura no invasiva de los datos biológicos con una cámara de alta resolución<sup>26</sup>. Posteriormente realiza un pre-procesado de la imagen, a fin de detectar el borde externo e interno del iris y aislarlo de la

imagen original, para pasar luego a una etapa de normalización, donde transforma la región anular en región rectangular, adquiriendo mismas dimensiones que los iris registrados. Previo a la comparación con las plantillas almacenadas en la base de datos, pasa por una etapa de codificación, circunstancia en la que la información de cada patrón aislado es extraído y convertido en algoritmo matemático, se digitaliza y se obtiene el denominado IrisCode, que es almacenado en una plantilla de 256 bytes, representando todos los detalles de la textura. (ver fig. 4 y 5)

Las experiencias con estudios de iris han demostrado que se trata del mejor rasgo biométrico utilizado para la diferenciación de gemelos, incluso prescindiendo de otros medios de identificación biométrico. Esto se debe a que sus irises son más discordantes que sus huellas dactilares, más aun teniendo en cuenta que los sistemas automatizados existentes gozan de mejores tecnologías de

<sup>24</sup> Salvo patologías que alteren su estructura, como el glaucoma

<sup>25</sup> *Idem* <sup>23</sup>

<sup>26</sup> Las variación de la pupila a causa de la iluminación no interfiere en el análisis del patrón, pero es útil para confirmar que se trata de un ojo real

<sup>27</sup> Imágenes extraídas del estudio publicado en el artículo "Similarity of Iris Texture between Identical Twins", por K. Hollingsworth, K. Bowyer y P. Flynn (2010)

captura que brindan una mayor resolución de imagen que las que toman huellas, de menor calidad<sup>28</sup>. Es capaz de distinguir satisfactoriamente, con la misma *performance*, a dos gemelos y a dos personas no idénticas.

## IDENTIFICACIÓN DE LA VOZ<sup>29</sup>

La identificación por voz, ya en vías de estandarizarse por el NIST<sup>30</sup>, es la primera y única de las biometrías dinámicas utilizadas como sistema automatizado de autenticación, cada vez más en combinación con otros sistemas para acceso a recintos, control de identidad, utilización y cobros de servicios, dispositivos electrónicos, etc.

La voz, como todos los sonidos naturales, es una onda compleja compuesta por una cantidad de frecuencias relacionadas entre sí, denominadas armónicas. Durante el trayecto que media entre el elemento generador del sonido (las cuerdas vocales) y el receptor de información, se producen amplificaciones selectivas en función de la frecuencia, con los cuales se pueden obtener parámetros característicos de individualización, llamados formantes. Éstos representan los picos de mayor resonancia natural generados por el tracto vocal en un

instante determinado, y están relacionados con la constitución ósea y con las dimensiones de las cavidades de resonancia generadas, únicas en cada individuo, debido a las posiciones, tensiones y movimientos de los órganos fonoarticulatorios para la producción de los diferentes sonidos del habla en cada sujeto de manera individual. Por lo tanto, aun ante la presencia de pequeñas variaciones tonales que puede sufrir la voz o el habla en un mismo individuo de un momento a otro -ya sea por cuestiones emocionales, etc.-, la altura tonal, evolución temporal y el contenido energético de las formantes agudas del habla se transforman en un parámetro estable y particular en cada individuo, y es por esto que a la hora de identificar o autenticar la voz de un sujeto, se vuelve un recurso biométrico confiable y calificado, basado en el análisis anátomo-funcional de un hablante. Para realizar una evaluación de estos elementos constitutivos de la voz, se utiliza la comparación espectrográfica<sup>31</sup>, mediante el uso de equipamiento informático de aplicación forense capaz de procesar digitalmente señales de voz.

Estamos en condiciones de decir, entonces, que, si bien las personas por

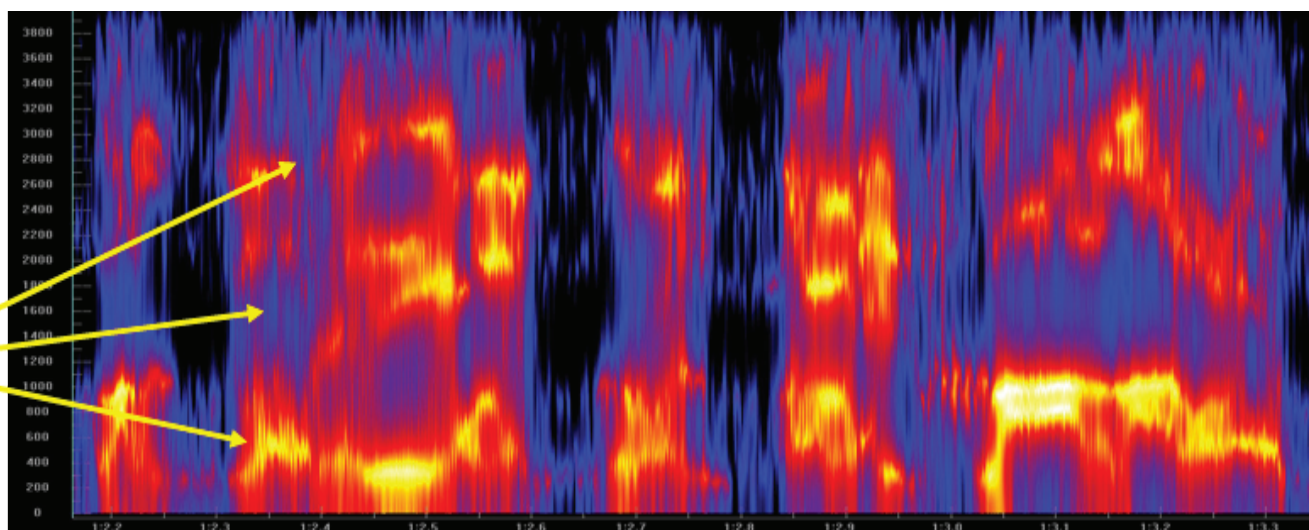


Fig. 6. Espectrograma de banda ancha, donde se pueden apreciar las distintas formantes del habla que serán posteriormente contrastadas para lograr identificación.

<sup>28</sup> AAVV., "A Study...", pag. 9

<sup>29</sup> Hago un especial agradecimiento a mi profesora María Juliana Castro, Lic. en fonoaudiología que se desempeña en PFA en el gabinete de Identificación de la voz (Sección Acústica Forense), por su gran ayuda y consejos a la hora de desarrollar este apartado

<sup>30</sup> [biometrics.nist.gov](http://biometrics.nist.gov)

<sup>31</sup> involucra la producción y visualización de pares de segmentos en imagen espectrográfica

<sup>32</sup> Patrón constate y sistemático en la modalidad del habla que nos permite, a través de nuestros oídos, un reconocimiento psicoacústico del hablante

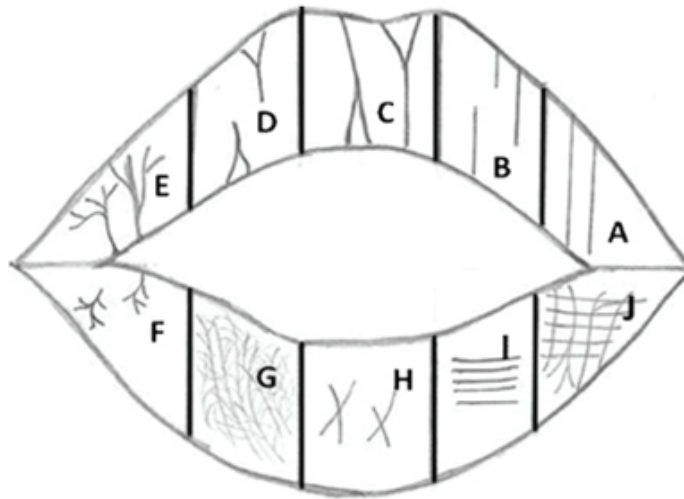


Fig. 7. Uno de los métodos de clasificación más empleados y conocidos es el de Renaud, quien divide a los surcos del labio en 10 tipos fundamentales: a. surco vertical completo, b. surco vertical incompleto, c. bifurcado completo, d. bifurcado incompleto, e. ramificado completo, f. ramificado incompleto, g. reticular, h. en forma de "X", i. lineal (horizontal), y j. otros.<sup>35</sup>

similitud psicoacústica pueden llegar a confundir ya sea telefónica o personalmente a gemelos por su timbre de voz<sup>32</sup>, e identificarlos subjetivamente de forma indistinta, este parámetro biométrico refleja una información anátomo-fisiológica que no se puede repetir en dos seres humanos de igual manera, logrando diferenciarlos rápidamente a través de un análisis espectrográfico en base a las formantes de sus voces.

## OTROS MÉTODOS BIOMÉTRICOS

Existen muchas otras biometrías desarrolladas que no se han estandarizado o automatizado para ser usados como sistemas de identificación, por ser de muy reciente investigación, se dude de alguno de los pilares biométricos requeridos, no exista tecnología capaz de extraer y analizar dicho rasgo, o por falta de casuística, y hablar de todas ellas en forma particular volvería demasiado extensa esta publicación. Por ejemplo, en nuestro sistema estomatognático solamente, contamos con diferentes rasgos biométricos muy útiles para la identificación, tales como las huellas labiales (queiloscopía), las rugas palatinas (rugoscopía) y las piezas

dentarias, siendo estas últimas muy empleadas para la identificación de cadáveres. Los dientes poseen muchas características que individualizan a quien los porta, ya sean genéticas, congénitas, patológicas o adquiridas. Es evidente que la genética influye en el desarrollo de piezas dentarias, y es por eso que los gemelos poseen muy parecido desarrollo dental, coincidiendo en dimensiones de dientes mesiodistales y bucolinguales, variaciones morfológicas en molares permanentes, anomalías de forma, como tubérculos de Carabelli, además de otros aspectos cráneo-faciales<sup>33</sup>. Aparentemente, esto no sólo se manifiesta en personas de similar identidad genética, sino también entre familiares por heredabilidad, y aquellas zonas que tengan menos interacción con el microambiente del útero, serán menos influidos por éste, manteniéndose inmutables las características genéticas, que serán más difíciles de diferenciar en gemelos<sup>34</sup>.

Las huellas queiloscópicas y las rugas palatinas han demostrado ser biometrías muy confiables para la identificación física humana, pero el hecho de que existan pocos casos en los que han sido aplicados con

<sup>33</sup> Mothaffar, Nagham, Baghdady, Salwa, "The role of environmental versus genetic factors on tooth and dental arch dimensions in a twin sample", *J Bagh College of Dentistry* Vol. 20 (1), 2008, pag. 87

<sup>34</sup> Vide supra, pag. 93

<sup>35</sup> Briem Stamm, Alan Diego, "Identificación queiloscópica: ¿Nuevas técnicas de análisis?", en <http://www.am-fra.org.ar/vertrabajoqueiloscopica.asp>

verdadera utilidad en reemplazo a biometrías más útiles y fáciles de obtener como las mencionadas, han hecho que poco se investiguen y desarrollen. Para queiloscopía, existen casi igual cantidad de métodos de clasificación de huellas labiales como autores que han tratado el tema, no pudiendo lograr un consenso ante la falta de interés en su desarrollo<sup>35</sup>. En caso de gemelos, será necesario investigar individualmente a estas biometrías para sacar conclusiones de qué ocurre con ellos, aunque posiblemente y teniendo en cuenta lo que sucede con las biometrías más en uso, podrán diferenciarse puesto que factores genéticos y ambientales tendrán un rol definitivo, distintos e igual de importantes, pero serán éstos últimos, los congénitos, los que dotarán de características particulares que, de ser medidos y discriminados adecuadamente, conformarán la identidad única de los individuos con patrones generales similares.

## CONCLUSIÓN

El uso de métodos y sistemas biométricos para la individualización de las personas, tan difundido y aceptado en los últimos tiempos, no se ve afectado ni amenazado ante casos de gemelos. Son cada vez más las plataformas digitales que las utilizan como una aplicación informática complementaria para enriquecer o facilitar sus funcionalidades (como el reconocimiento facial para etiquetado en redes sociales), pero debido a su pobre desarrollo tienden muchas veces a fallar, sobre todo cuando debe diferenciar gemelos. Muy diferente es lo que sucede con aquellos sistemas de aplicación forense, dotados de complejos algoritmos matemáticos y elementos de captura con suficiente resolución de imagen que permiten la identificación humana con muy poco margen de error.

Los sistemas basados en el análisis de huellas papilares, como de voz, de exploración del iris, reconocimiento facial, y posiblemente, de estandarizarse y automatizarse, las biometrías de la boca, se

vuelven un formidable medio de identificación de personas cuyo ADN no puede ser distinguido. De hecho, estos últimos no requieren ser usados en combinación, ya que son efectivos por sí mismos al ser capaces de discriminar patrones presuntamente similares, demostrando que la genética no es el único factor generador de características que conforman nuestra identidad, única e irrepetible.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alegretti, J. Carlos, Brandimarti de Pini, Nilda M. Tratado de Papioscopia. Ed. La Rocca, 2007
- AAVV., "Facial Recognition of Identical Twins", Biometrics (IJCB), International Joint Conference on Biometrics Compendium, IEEE, 2011
- AAVV., "A Study of Multibiometric Traits of Identical Twins", 7667 Proc. of SPIE 76670T-1, 2010
- Biswas, S., Bowyer, K., Flynn, P., "A Study of Face Recognition of Identical Twins by Humans", WIFS, IEEE, (2011).
- Briem Stamm, Alan Diego, "Identificación queiloscóptica: ¿Nuevas técnicas de análisis?", en <http://www.amfra.org.ar/vertrabajoqueiloscopica.asp>
- Cardini, Fernando, "¿Porqué las huellas digitales son diferentes en los gemelos idénticos?", Criminal Investigation Newsletter N° 2
- Hollingsworth, K., K. Bowyer, K., Flynn, P., "Similarity of Iris Texture between Identical Twins", Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), IEEE Computer Society Conference on, 2010
- Jain, Anil, Prabhakar, Salil, Pankanti, Sharath, "Can Identical Twins be Discriminated Based on Fingerprints?", Pattern Recognition, 2002

- Mothaffar, Nagham, Baghdady, Salwa, "The role of environmental versus genetic factors on tooth and dental arch dimensions in a twin sample", J Bagh College of Dentistry Vol. 20 (1), 2008
- Pérez Cortés, Juan C., Paredes Palacios, Roberto. "Sistemas de seguridad basados en características biométricas", Revista Actualidad TIC N° 7, 2005
- Sargur N. Srihari, Harish Srinivasan, Gang Fang, "Discriminability of Fingerprints of Twins", en Journal of Forensic Identification 58 (1), 2008
- Tao X, Chen X, Yang X, Tian J, et al., "Fingerprint Recognition with Identical Twin Fingerprints". PLoS ONE 7(4): e35704, 2012
- "Los gemelos en la genética humana", en [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/gpepe/g-humana/clases/Tema\\_02-gemelos/los\\_gemelos\\_en\\_la\\_genetica\\_humana.htm](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/gpepe/g-humana/clases/Tema_02-gemelos/los_gemelos_en_la_genetica_humana.htm)