

# Porqué las huellas digitales son diferentes en los gemelos idénticos?

Artículo publicado en el Criminal Investigation Newsletter

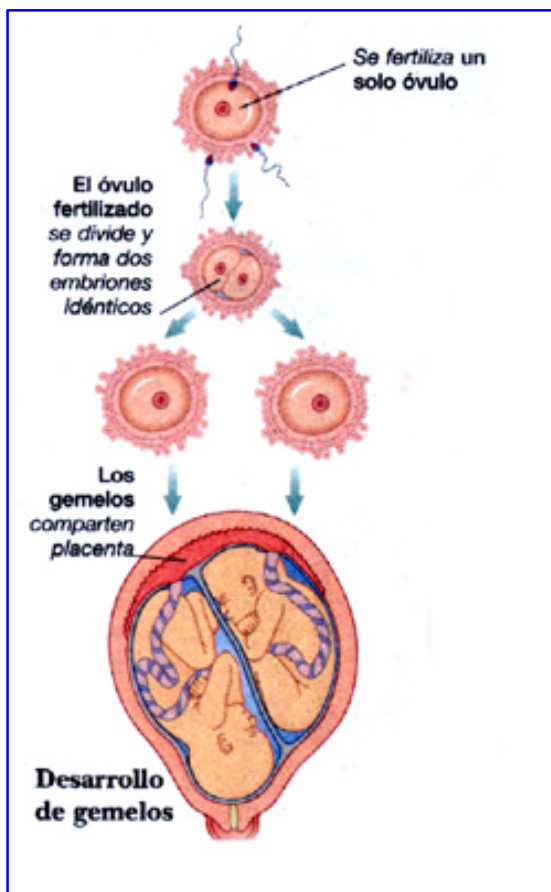
Ano 1 - N° 2

Prof. Dr. Fernando Cardini

Como todos sabemos en la última década del siglo XX la Ciencia Forense ha sido revolucionada por los análisis genéticos. Los abogados ahora ya ponen su énfasis en los ensayos de ADN para buscar la culpabilidad o la inocencia de aquellos sospechosos que son acusados de cometer algún crimen. Si bien las tradicionales técnicas del análisis de huellas digitales pasan así a un segundo plano, irónicamente éstas no pueden ser reemplazadas en casos donde el sospechado posee un hermano gemelo.

Por algún tiempo muchos se han preguntado **¿porqué los gemelos idénticos tienen su perfil de ADN igual y sus huellas digitales distintas?**

Los gemelos idénticos se desarrollan cuando un solo óvulo femenino fertilizado se divide en dos, dando lugar a dos embriones con el mismo material genético. Ellos vienen de la combinación de un solo óvulo y un solo espermatozoide y esto hace que tengan idéntico ADN. En la posterior división celular generalmente ocurren micromutaciones que son prácticamente indetectables y que un análisis de rutina del perfil genético de ADN no permiten distinguir a un individuo de otro.



Sin embargo los padres de los gemelos pueden usualmente distinguirlos por detallistas pistas visuales y también los peritos podrán individualizarlos por sus huellas digitales porque si bien éstas se ven similares, no son idénticas

Las huellas digitales y la apariencia física en general son parte del **fenotipo individual**. El surgimiento de estas características provienen de la interacción de los genes individuales y su desarrollo en el medio ambiente del útero.

En el caso de las huellas digitales, los genes determinan las características generales de los patrones que son usados para la clasificación de las mencionadas huellas. Como la piel de cada extremidad de los dedos está diferenciada, ésta expresa esa característica general.

Sin embargo, así como la superficie del tejido, está en contacto con el líquido amniótico del útero, las extremidades de los dedos estarán también en contacto con otras partes del feto y del útero.

La posición de los dedos en relación al útero y al cuerpo del feto va cambiando por los movimientos propios del feto en respuesta a los cambios posicionales de la madre. El crecimiento de las células de las extremidades de los dedos está sometido a este microambiente de fluido cambiante y es ligeramente diferente de una mano a la otra y de un dedo a otro y esto determina los finos detalles de la estructura de la huella digital.

Mientras las diferencias en el microambiente entre los dedos es pequeño y sutil, su efecto es amplificado por la diferenciación celular y produce las diferencias macroscópicas que permitirán que las huellas digitales de los **gemelos idénticos sean distintas de uno a otro**.

Generalmente el medioambiente en el útero tiene efecto en el desarrollo del fenotipo de todas las partes de los fetos de los gemelos.

A pesar de la idéntica estructura del ADN de los dos fetos, un muy cuidadoso examen de las características físicas podrán mostrar que los gemelos son sistemáticamente diferentes, tal vez estas diferencias sean muy sutiles y requieran medidas cuidadosas, pero el proceso del desarrollo de la diferenciación continúa a través de la vida.

Con la edad los gemelos divergen más y más y cuando son adultos o ancianos podremos ver que ellos no se ven tan idénticos como cuando eran pequeños.

Por otra parte la toma de huellas dactilares como un sistema para la identificación personal de gemelos idénticos está amenazada por técnicas alternativas mucho más versátiles y confiables como **la termografía del rostro**.

.Un grupo de científicos de los laboratorios Mikos Biotech, en Virginia (EE UU), han diseñado unas cámaras de infrarrojos que, basándose en las variaciones de temperatura que registra la piel a través de los vasos sanguíneos que discurren bajo la superficie facial y que conforman una imagen térmica única e intransferible en cada individuo. Estos equipos realizan termografías exactas de los rostros, tan reveladoras como sistema identificador de igual manera que las huellas dactilares de la persona. Ningún sombrero, barba postiza, peluca o disfraz, ni siquiera la más aparatosa cirugía estética de una cara pueden escapar al objetivo infrarrojo de estas nuevas cámaras, que no precisan de luz sino que se sirven del calor corporal que emite nuestra piel para efectuar estos retratos que facilitan las tareas de reconocimiento de una identidad.

## Termorretratos únicos e intransferibles

La termografía del rostro de cada persona es distinta, incluso en gemelos (como en la foto siguiente) que prácticamente son indistinguibles a simple vista. Por eso, se revela como un sistema de reconocimiento muy fiable



Sin embargo los termorretratos no son tampoco la única opción que existe sobre las huellas dactilares para distinguir a los **gemelos idénticos**, hoy la verificación de patrones oculares también muestran un alto potencial tecnológico para este fin.

Los modelos de autenticación biométrica basados en patrones oculares se dividen en dos tecnologías diferentes: o bien analizan **patrones retinales**, o bien **analizan el iris**. Estos métodos se suelen considerar los más efectivos: para una población de 200 millones de potenciales usuarios la probabilidad de coincidencia es casi 0, y además una vez muerto el individuo los tejidos oculares degeneran rápidamente, lo que dificulta la falsa

aceptación de atacantes que puedan robar este órgano de un cadáver.

La principal desventaja de los métodos basados en el análisis de patrones oculares es su escasa aceptación; el hecho de mirar a través de un binocular (o monocular), necesario en ambos modelos, no es cómodo para los usuarios, ni aceptable para muchos de ellos: por un lado, los usuarios no se fían de un haz de rayos analizando su ojo, y por otro un examen de este órgano puede revelar enfermedades o características médicas que a muchas personas les puede interesar mantener en secreto, como el consumo de alcohol o de ciertas drogas. Aunque los fabricantes de dispositivos lectores aseguran que sólo se analiza el ojo para obtener patrones relacionados con la autenticación, y en ningún caso se viola la privacidad de los usuarios, mucha gente no cree esta postura oficial (aparte del hecho de que la información es procesada vía **software**, lo que facilita introducir modificaciones sobre lo que nos han vendido para que un lector realice otras tareas de forma enmascarada). Por si esto fuera poco, se trata de sistemas demasiado caros para la mayoría de organizaciones, y el proceso de autenticación no es todo lo rápido que debiera en poblaciones de usuarios elevadas. De esta forma, su uso se ve reducido casi sólo a la identificación en sistemas de alta seguridad, como el control de acceso a instalaciones militares.

### Patrones Retinales

La vasculatura retinal (forma de los vasos sanguíneos de la retina humana) es un elemento característico de cada individuo, por lo que numerosos estudios en el campo de la autenticación de usuarios se basan en el reconocimiento de esta vasculatura.

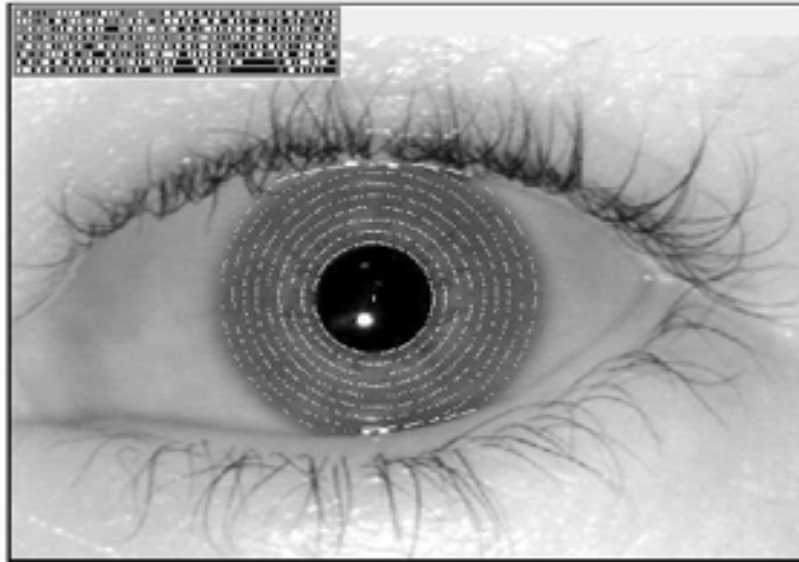
En los sistemas de autenticación basados en patrones retinales el usuario a identificar ha de mirar a través de unos binoculares, ajustar la distancia interocular y el movimiento de la cabeza, mirar a un punto determinado y por último pulsar un botón para indicar al dispositivo que se encuentra listo para el análisis. En ese momento se escanea la retina con una radiación infrarroja de baja intensidad en forma de espiral, detectando los nodos y ramas del área retinal para compararlos con los almacenados en una base de datos; si la muestra coincide con la almacenada para el usuario que el individuo dice ser, se permite el acceso

La compañía EyeDentify posee la patente mundial para analizadores de vasculatura retinal, por lo que es la principal desarrolladora de esta tecnología.

## Análisis del Iris

El iris humano (el anillo que rodea la pupila, que a simple vista diferencia el color de ojos de cada persona) es igual que la vasculatura retinal una estructura única por individuo que forma un sistema muy complejo - de hasta 266 grados de libertad - , inalterable durante toda la vida de la persona. El uso por parte de un atacante de órganos replicados o simulados para conseguir una falsa aceptación es casi

imposible con análisis infrarrojo, capaz de detectar con una alta probabilidad si el iris es natural o no.



**Figura 1.-** Iris humano con la extracción de su iriscode.

La identificación basada en el reconocimiento de iris es más moderna que la basada en patrones retinales; desde hace unos años el iris humano se viene utilizando para la autenticación e identificación de personas.

Básicamente consiste en el análisis y reconocimiento de los patrones únicos del iris, la parte coloreada de los ojos. La “niña” del ojo controla la cantidad de luz que ingresa en la pupila y se da en un orden aleatorio antes del nacimiento. No hay dos niñas iguales inclusive el ojo derecho es distinto del ojo izquierdo y también son dispares en hermanos gemelos. Una cámara digital infrarroja captura la imagen del iris la cual determina un código que **permite comparar 100.000 identidades por segundo**.

Esta imagen del iris se realiza en blanco y negro, en un entorno correctamente iluminado; esta imagen se somete a deformaciones pupilares (el tamaño de la pupila varía enormemente en función de factores externos, como la luz) y de ella se extraen patrones, que a su vez son sometidos a transformaciones matemáticas hasta obtener una cantidad de datos (típicamente 256 KBytes) suficiente para los propósitos de autenticación. Esa muestra, denominada **iriscode** (en la figura 1 se muestra una imagen de un iris humano con su iriscode asociado) es comparada con otra tomada con anterioridad y almacenada en la base de datos del sistema, de forma que si ambas coinciden el usuario se considera autenticado con éxito; la probabilidad de una falsa aceptación es la menor de todos los modelos biométricos.

La empresa estadounidense IriScan es la principal desarrolladora de tecnología (y de investigaciones) basada en reconocimiento de iris que existe actualmente, ya que posee la patente sobre esta tecnología.

\*\*\*