

ESTUDIOS DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA

VOLUMEN XVIII (1)

Editores

Bernardo Adrián Robles Aguirre

Maía Elena Sáenz Faulhaber

Liliana Torres Sanders



Instituto Nacional
de Antropología
e Historia

 **CONACULTA**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA
ASOCIACIÓN MEXICANA DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA
MÉXICO 2016

IDENTIFICACIÓN POR MEDIO DE LA VOZ

Erica Itzel Landa Juárez y Ruth Rosalía Olvera Palma

Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF)

RESUMEN

La identificación por medio de la voz y utilizando sistemas biométricos consiste en un estudio mesurativo o estadístico de las características biológicas humanas en conjunto con la aplicación de métodos automatizados, para identificar y autenticar la identidad de una persona. El reconocer a una persona por alguna característica biofísica o de comportamiento está tomando cada vez más importancia. La biometría se basa en principios estáticos (huellas dactilares, características faciales, estructura del iris, entre otros) y dinámicos (comportamientos, voz, firma, etcétera) que dan identidad y pueden ser usados para identificar o validar restricciones de acceso. La identificación sonora es uno de los sistemas biométricos más recientes, esto se debe al elevado incremento de delitos de alto impacto, como secuestro, extorsión, privación ilegal de la libertad que dañan severamente a la sociedad. La acústica forense se encarga de este tipo de análisis e investigación, donde se requiere la opinión experta de los peritos en la procuración e impartición de justicia.

PALABRAS CLAVE: Biometría, identificación, acústica forense, voz.

ABSTRACT

The biometric identification, recognizing a person by some biophysics characteristic or of behavior, is becoming increasingly important today. The biometry is bases on the principal of which each individual is unique and owns distinguishing physical characteristics (face, fingerprints, rainbow of the eyes, etcetera) or of behaviors (the voice, the way to sign, etcetera), which can be used to identify it or validate access restrictions. Forensic is the acoustic sound on the audio issues where an expert is required for its determination or expert opinion to the administration of justice.

KEYWORDS: Biometry, identification, forensic acoustic, voice.

INTRODUCCIÓN

La introducción de algunos sistemas biométricos en la ciudad de México comenzó en el 2003, cuando los estudios de la voz humana utilizaron el Sistema

Automatizado de Identificación (AVIS). Los requerimientos de las instituciones de impartición de justicia, así como el alto índice de delitos de alto impacto conllevan una necesidad imperante del desarrollo de nuevos sistemas, así como la conformación adecuada de un equipo interdisciplinario para el análisis de la voz, tal es el caso del laboratorio de Acústica Forense de la Procuraduría de Justicia del Distrito Federal (PGJDF), integrado por ingenieros en audio e informática, abogados, psicólogos y antropólogos físicos.

El empleo de la biometría en hechos delictivos realiza tres funciones básicas: a) inscripción, la cual añade información biométrica a un fichero de datos y puede incluir protección contra duplicados en la base de datos; b) la identificación-reconocimiento¹ se da al comparar todos los registros de la base de datos buscando una sola respuesta, si existe una determinada persona en un recinto; y c) la verificación-autenticación² sucede cuando se compara contra un único registro, buscando si la persona es quien dice ser. La verificación es más rápida y presenta un rendimiento mejor que la identificación cuando el número de características-rasgos de referencia guardadas de los usuarios es muy elevado (Ruiz *et al.* 2009; Areitio 2007: 56).

El costo de los sistemas biométricos se reduce progresivamente, mientras que su fiabilidad y precisión se incrementan. Existen diversos tipos de enfoque de autenticación, por ejemplo, lo que uno sabe (una contraseña o *password*, responder a preguntas, *passphrases*, etcétera) o lo que uno lleva consigo, como una tarjeta inteligente con PIN, lo que uno es (biométrica), dónde se encuentra geográficamente, con base en la localización GPS o etiquetas RFID (ocultas dentro del cuerpo humano), etcétera. Para que la autenticación sea provechosa, debe ser memorizable, entendible, no vulnerable al país, aceptable psicológicamente, que haga uso de las capacidades cognitivas de las personas, por ejemplo, que se base en el reconocimiento en vez de tener que recordar.

LA ANTROPOLOGÍA FÍSICA EN EL ÁREA DE LA ACÚSTICA FORENSE

La antropología física con su amplio campo de acción aborda la variabilidad humana, considerando sus aspectos biopsicosocial porque el ser humano es integral. Por tanto, la antropología física estudia al ser humano vivo o muerto, una de sus ramas es la antropología forense que se encarga del análisis de restos óseos y cadáveres en avanzado estado de descomposición para su identificación,

¹ Reconocer. Examinar con cuidado algo o a alguien para enterarse de su identidad, naturaleza y circunstancias, *Diccionario de la Real Academia Española*.

² Autenticar. Autorizar o legalizar algo, *Diccionario de la Real Academia Española*.

no sólo se limita a los cadáveres, también estudia a los seres humanos vivos con fines identificativos, para auxiliar a las instituciones de procuración de justicia.

El estudio de la voz con fines identificativos es de interés antropológico debido a que el lenguaje articulado resulta de un proceso cognitivo que le permite exteriorizar sus pensamientos y el cómo concibe su realidad. La voz es un resultado fisiológico, pero va permeado por aspectos sociales y psicológicos; en el aspecto fisiológico interviene el aparato fonador y la vibración de las cuerdas vocales para emitir el sonido que conforma la voz.

La instrumentación de los sistemas biométricos ha permitido cuantificar características humanas con fines identificativos, tal es el caso de la voz humana, la cual se mide de acuerdo con su frecuencia. La voz es única e irrepetible, su análisis identificativo da resultados veraces y confiables para establecer la identidad de un locutor relacionado con algún hecho delictivo y cuya identidad esté en duda.

EL ORIGEN DE LA BIOMETRÍA

La capacidad de la identificación biométrica es algo innato en los seres vivos, lo hacemos todos los días y en todo momento, ya que podemos reconocer a nuestros semejantes por medio de los rostros en imágenes, videos o en persona (Ruiz *et al.* 2009). La palabra biometría deriva del griego *bios* (vida) y *metron* (medida), y se define como la aplicación de métodos matemáticos creados para el reconocimiento de manera única de personas con base en uno o más rasgos físicos intrínsecos o de comportamiento. Según el *Diccionario de la Real Academia Española* es el estudio mesurativo o estadístico de los fenómenos o procesos biológicos.

La biometría como ciencia que estudia la individualidad nace seriamente a finales del siglo XIX. En Europa se extendió con gran éxito el sistema francés de identificación antropométrica de Bertillon, en el que se hacían numerosas medidas del cuerpo. Sir Francis Galton (1822-1911) analizó detalladamente la huella dactilar, su estabilidad, unicidad y morfología; sus trabajos, complementados por los de Juan Vucetich (1858-1925), Henry Faulds y William James Hershel –cada uno de forma independiente– consiguieron que la identificación por medio de la huella dactilar fuera aceptada.

CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS BIOMÉTRICAS

Las tecnologías biométricas se pueden clasificar como las más utilizadas, los casos especiales y las prometidas. En las primeras la tecnología empleada es de

reciente creación y no siempre es la más accesible o de bajo costo (iris, geometría de la mano, características fisonómicas de la cara, huellas dactilares y voz); las poco utilizadas requieren de personal altamente capacitado y tienen un alto costo económico, como las medidas del cráneo, termografía facial, patrón de la red vascular del dorso de la mano (Motato y Loaiza 2009: 90), lóbulos de la oreja, exploración de la retina, huella de la mano, firma manuscrita, dinámica de introducción de teclas sobre un teclado, pigmentación y desarrollo de las uñas, formas de andar o de gesticular (biomecánica), reflectividad óptica de la piel; las designadas como casos especiales se toman en cuenta cuando se agotaron todos los sistemas de identificación y se aplica “la prueba reina”, recordando que son los ácidos de la vida (DNA o ácido desoxirribonucleico) y RNA o ácido ribonucleico; por último, de las prometidas se está estudiando su factibilidad, como el olor corporal y los multi-atributos.

Las tecnologías biométricas tienen aplicación en diferentes campos de la vida cotidiana y se ha comprobado su utilidad en la procuración de justicia, en apoyo al ministerio público para conocer la verdad histórica de los sucesos y en cumplimiento del artículo 20 y 21 de la *Constitución Política Mexicana*, los artículos 2, 3 (fracción VI y XIII), 123, 206 y 208 del *Código Nacional de Procedimientos Penales*, los artículos 40 (fracción XIII), 77 (fracción VIII) de la *Ley General de Seguridad Nacional de Seguridad Pública* y el Acuerdo 009/2015. Para acatar dichos artículos es necesario que los sistemas biométricos tengan diferentes formas de realizar *confrontas*, como son: autenticación *uno*, identificación *uno a muchos*, confrontar con la *base de datos*, detección de duplicados uno a muchos, *uno a pocos*, un híbrido entre identificación uno a muchos y verificación *uno a uno*. Normalmente el proceso *uno a pocos* supone comparar una muestra biométrica presentada contra un pequeño número de plantillas de referencia biométricas en un fichero.

La heterogeneidad de los sistemas biométricos y el empleo de varias de ellas –independientemente de costos del equipo– aumentan el factor de confiabilidad. La decisión de cuántos y cuáles sistemas se toman en cuenta está en relación con el tipo de indicio estudiado, cantidades sus y también es fundamental la experticia del científico. Un sistema biométrico puede ser *uni-biométrico*, aquel que sólo utiliza un único identificador biométrico; un sistema biométrico *uni-modal* es un subconjunto de un sistema uni-biométrico que utiliza una instancia o *snapshot*, una única representación y un único comparados para tomar una decisión de reconocimiento; un *multi-biométrico* es un sistema que utiliza más de un identificador biométrico independiente o correlacionado débilmente de un individuo, por ejemplo, la huella dactilar, las características fisonómicas de la cara y la voz;

multi-modal es un conjunto de sistemas multi-biométricos que pueden usar más de una medida biométrica correlacionada, por ejemplo, varias impresiones de un dedo, varias imágenes de un rostro en un video, varias representaciones de una única entrada, múltiples comparadores de una única representación o una combinación de ellos. La definición de un sistema biométrico uni-modal es la más restrictiva; en cambio, el déficit de un sistema biométrico multi-modal es la más general (Areitio 2007: 52).

Una vez que se explicó lo que es la biometría, la aplicación de los sistemas y sus funciones, nos enfocamos en *la tecnología biométrica en la identificación de las voces humanas*. La acústica forense es todo lo relativo al sonido en asuntos del foro público, en la procuración de justicia se traduce en el estudio y resolución de los asuntos relacionados con audio en donde se requiere de un experto para su determinación u opinión. Este sistema ofrece ventajas porque la voz se vincula con características únicas e individuales, por lo que no hace falta una contraseña o dispositivo que lleve como tarjeta inteligente o llave criptográfica USB; puede considerarse una tecnología conveniente pues no se tiene que recordar, ya que la voz es resultado de la vibración de las cuerdas vocales, es inherente al ser humano y además es individual porque depende de la anatomía, tono, timbre, estatura, sexo y edad; independiente de donde se encuentre el individuo. Igualmente, la voz no puede robarse, transferirse, compartirse, delegarse, perderse, olvidarse o copiarse fácilmente, no se puede suplantar debido a que cada persona tiene una frecuencia distinta que se representa en Hz y decibeles, por lo que protege contra robo de identidad. Finalmente, el uso de la voz como indicador biométrico se complementa con otros mecanismos de autenticación (tarjetas inteligentes con PIN y PKI) (figura 1).

Un sistema biométrico de voz consta de diferentes componentes que son necesarios para el análisis del audio: el *hardware* y el *software*; el primero captura la característica concreta del individuo y el segundo interpreta la información y determina su aceptabilidad o rechazo, todo en función de los datos que han sido almacenados por medio de un registro inicial de la característica biométrica que mida el dispositivo en cuestión.

El registro inicial es el elemento esencial para la eficacia del sistema. Una vez hecho el registro, el programa guarda la información como un modelo y la próxima vez que se intente acceder al sistema, se realiza el registro y automáticamente se verifica e identifica el modelo. Como está basado en sistemas biométricos, hay factores intrínsecos y extrínsecos que pueden afectar, como los cambios por la edad o enfermedad, así como los ambientales.



Figura 1. Medios electrónicos de almacenamiento.

Para utilizar un sistema biométrico de identificación se deben considerar las regiones corporales: éstas deben ser prácticas, que no puedan ser alteradas, que sean diferentes en cada individuo y de fácil acceso. La voz humana se puede medir y comparar con otras voces; para realizar las mediciones son básicas las particularidades de la forma y masa de sus órganos bocales, información de su imagen (sexo, edad, estatura, peso, constitución), patologías del habla (tartamudeo), psicología (temperamento y carácter), las características socio-culturales (grupo étnico, formación profesional, estatus económico y social) y las particularidades de pronunciación (habilidad verbal, acento, idioma) que dan pie a mencionar que la voz nos hace únicos e identificables.

En todo sistema biométrico se tiene que seguir una serie de etapas para realizar una identificación o verificación. La primera es la captura o toma de muestra de voz:

La toma de muestra de voz. Se realiza en individuos que están bajo proceso y a testigos, a solicitud del ministerio público; la efectúa una persona altamente capacitada en entrevista, facilidad de palabra y en comportamiento no verbal, con el objetivo de desarrollar su potencial con el entrevistado. En dicha entrevista se

recaban los registros de voz del entrevistado, quien interactúa de manera activa con una máquina grabadora de voz (Wayman 2002: 25). Durante la entrevista se hace uso de un formato mixto que consiste en realizar una serie de preguntas y respuestas libres (no estructuradas). La entrevista desde su inicio es grabada por medios digitales o analógicos (grabadora digital portátil, tarjeta de captura de audio, grabadora de cinta magnética) y tiene una duración no menor a 30 minutos. Estas grabaciones se llevan a cabo en lugares con condiciones mínimas de privacidad y libre de ruidos ambientales o ajenos que puedan mermar la grabación (figura 2).

Pre-procesado. En este bloque se adecuan los datos capturados para facilitar el tratamiento que tiene que realizar en el siguiente paso. Es necesaria la frecuencia de normalización, el espectro promedio de potencia, se observan los decibeles y el nivel señal-ruido para que se encuentre entre los márgenes que reconoce el algoritmo.

Almacenamiento de los datos. El lineamiento para llevar a cabo un almacenamiento digital centralizado es aprobado por los técnicos de *Speech Technology Center* y en homologación a los protocolos sugeridos por el Sistema Nacional de Seguridad Pública (SNSP).



Figura 2. Experto en la cabina de acústica llevando a cabo la toma de muestra de voz a un probable responsable.

El control de calidad y alta de archivos de audios. Todas las tomas de muestra de voz son depuradas y segmentadas con la finalidad de eliminar todos los ruidos, voces o segmentos que por sus características acústicas sean inútiles; de este proceso se obtiene un archivo de audio de óptima calidad. Así, la muestra se da de alta en la sección correspondiente del Banco de Voces.

La razón de obtener un archivo con audio de óptima calidad es que esto determina el éxito o el fracaso de la comparación, que está basada en la teoría de reconocimiento de patrones (Duda y Hart 1973: 44) métricos como la distancia euclídea, distancia de *Mahalanobis*, distancia de *Hamming* o estadísticas utilizando funciones de distribución, clasificadores bayesianos o técnicas basadas en modelado de problemas, como redes neuronales y modelos de mezclas de *gaussianas* (figura 3).

El banco de voces o creación de la plantilla. El banco de registros es una forma compacta de representar un conjunto de muestras de una sola característica biométrica. La plantilla de audios busca crear herramientas eficientes para combatir los índices delictivos. El banco de voces cumple con los requisitos de exactitud, fácil manejo para el usuario, rapidez en sus resultados y un alto nivel de certeza, por ello se utiliza un programa con un sistema automatizado de identificación biométrica por voz con el objetivo de identificar a personas por las particularidades de su lenguaje verbal. Este sistema biométrico tiene una



Figura 3. Experto en la cabina acústica realizando una confronta.

precisión y velocidad aceptable con un número de recursos razonable. Además, no es nocivo y es captado por los usuarios potenciales y es lo suficientemente robusto ante los métodos fraudulentos

CONSIDERACIONES FINALES

La identificación por medio de la voz es un parámetro biométrico que utiliza características intrínsecas (anatómicas-fisiológicas) y extrínsecas (sociales-culturales) de los individuos. Con los avances tecnológicos y el aumento en los delitos de alto impacto, como extorsión, secuestro y privación ilegal de la libertad, las instituciones encargadas de investigar y procurar justicia exigen el desarrollo de métodos precisos y confiables en la identificación forense. Así, surgen los sistemas biométricos de la voz que también se usan en entornos comerciales, donde controlan el acceso a las instalaciones y sistemas de información, el cronometraje de los empleados, las transacciones de punto de venta al por menor. En el ámbito civil se busca restringir las fronteras e inmigración, verificación y protección; en la estructura militar se limita el acceso a las salas de disparo de misiles intercontinentales; y en la industria se controlan las centrales nucleares.

Es tan amplio el campo de acción de los sistemas biométricos que se requiere personal altamente capacitado, así como la intervención de diversos profesionales debido a que las exigencias no se enfocan a determinada área. La interdisciplinariedad es necesaria, ya que un sistema biométrico es:

- a) Universal: hace referencia a esa biometría o rasgo común en cada individuo.
- b) Particularidad: todas las personas tienen que ser suficientemente diferentes en términos del rasgo biométrico.
- c) Permanencia: el rasgo biométrico debe ser invariante en el tiempo y a cualquier otro factor desde el punto de vista de la comparación entre rasgos biométricos.
- d) Medible: el rasgo biométrico debe medirse con instrumentos simples y cuantitativos.
- e) Rendimiento: el rasgo biométrico debe garantizar precisión y robustez en diferentes factores ambientales.
- f) Aceptabilidad: indica el grado de aprobación de una tecnología por el público en la vida diaria; que sea fácil y cómodo de medir. La percepción del público debe ser positiva. Debe proporcionar el mayor grado de confort.

- g) No falsificable: el rasgo biométrico debe garantizar que sea imposible su falsificación.

REFERENCIAS

AREITIO, J. Y T. AREITIO

- 2007 Análisis entorno a la tecnología biométrica para los sistemas electrónicos de identificación y autenticación, *Control de accesos*, mayo, 52-64.

BERNAL BERMÚDEZ, JESÚS *ET AL.*

- 2000 *Reconocimiento de voz y fonética acústica*, Editorial Alfa Omega, México.

DUDA, R. O. Y P. E. HART

- 1973 *Pattern classification and science analysis*, John Wiley y Sons, Estados Unidos de Norteamérica.

MOTATO, T. O. F. Y C. H. LOAIZA

- 2009 Identificación biométrica utilizando imágenes infrarrojas de la red vascular de la cara dorsal de la mano, *Revista Ingeniería e Investigación*, 29 (1): 90-100.

RUIZ, M. M., U. J. C. RODRÍGUEZ Y M. C. J. OLIVARES

- 2009 Una mirada a la biometría, *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 6 (2): 29-38.

WAYMAN, J. L.

- 2002 *Digital signal processing in biometric identification: A review*, Collage of Engineering and Office of Research and Graduate Studies San José State University.