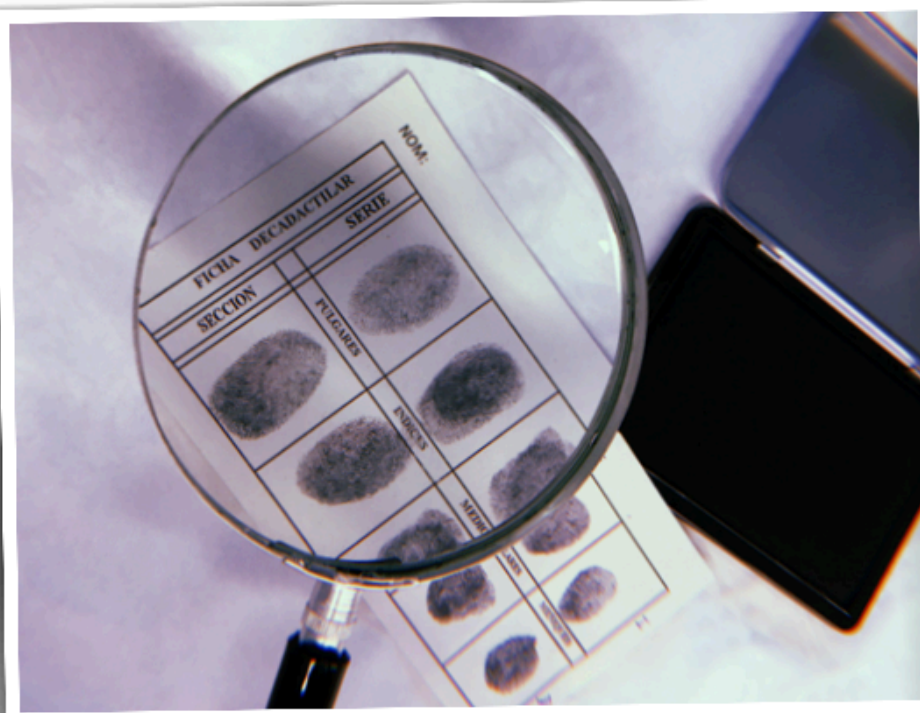


DACTILOSCÒPIA: UNA PERSPECTIVA DES DE L'ÀMBIT FORENSE



AUTORA: QUERALT LALINDE PALLARÉS
TUTOR ACADÈMIC: DR. JOSEP MARIA SERRES SERRES

Tarragona, Juny de 2020

TREBALL FINAL DE MÀSTER EN GENÈTICA, FÍSICA I QUÍMICA FORENSE

AGRAÏMENTS

Agraeixo sincerament al meu tutor el Dr. Josep Maria Serres Serres la dedicació i ajuda que m'ha donat durant aquest temps. Des del primer moment, ha estat present en el treball, m'ha permès millorar i executar el treball sense cap tipus de problema. També agraeixo la dedicació que ha tingut el Dr. Raúl Alejandro Beltrán Debón, tant durant tot el curs com a coordinador com en els dubtes concoreguts durant el treball tot i la situació actual.

ÍNDEX

ABSTRACT	4
RESUM	5
1.- INTRODUCCIÓ	6
2.- OBJECTIUS	7
3.- HISTÒRIA	7
Etapa prehistòrica	7
Etapa empírica	8
Etapa científica	8
4.- CASOS REALS	11
<u>CAS FRANCISCA ROJAS</u>	11
<u>CASO JOSEPH REIBEL</u>	12
<u>CAS WILL WEST</u>	13
<u>CAS JOSÉ ANTONIO LOPEZ</u>	14
<u>CAS RICHARD RAMÍREZ</u>	15
5.- SISTEMA AUTOMÀTIC D'IDENTIFICACIÓ DACTILAR	16
6.- TIPUS DE DACTILOGRAMES	18
7.- METODOLOGIA	21
7.1.- MILLORES PER LA IDENTIFICACIÓ	24
8.- CONCLUSIONS	26
9.-REFERÈNCIES	29

ABSTRACT

The identification of people in the forensic field is one of the principal goals that develops in an investigation. For instance, the dactyloscopy plays an important role as it is an indispensable scientific method. A part from being very commonly used due to its veracity, speed and low cost. This system is based on the identification of friction ridges or papillary ridges of a footprint that has been fixed in a certain surface.

In this project, it will be developed a perspective that allows us to know thoroughly this form of general science.

It comes from its history, which was initiated in prehistory, but also the practical part through four real cases where the dactyloscopy has gained a great value. Also, the importance that the automated fingerprint identification (AFIS) has become apparent. What is more, it has improved this science especially in the speed of the method. Moreover, we should also highlight in this thesis the type of dactyloscopy that is used in the Spanish country, because each country uses its own methodology. It has been generally described, the physical and chemical developers that are more outstanding, so they are used depending on the surface in which the footprint is found or according to the conditions in which they are found.

Finally, it has been proposed an investigation that will allow us to obtain accurate results when it comes to dating the footprints that we want to identify. Since in this way, we could get to know when was an individual at the scene. This advance would allow us, in a lot of cases, to have an increase of certainty that it was a certain person the one that has carried out the facts. Therefore, we could obtain a notion of when he did it.

KEY WORDS

Forensic science, footprints, physical and chemical developers, AFIS, type of dactyloscopy.

RESUM

La identificació d'individus en l'àmbit forense és un dels principals objectius que es desenvolupen en una investigació. És per això que la dactiloscòpia té un paper molt important, ja que és un mètode científic indispensable. A part de ser molt conegut és molt utilitzat per la seva veracitat, rapidesa i baix cost. Aquest sistema és basa en la identificació de les crestes de fricció o crestes papil·lars d'una empremta que s'ha fixat en una determinada superfície.

En aquest treball s'ha desenvolupat una perspectiva per tal de conèixer més a fons aquesta ciència de forma general.

S'ha fet a partir de la seva història, la qual s'inicia en la prehistòria, però també en la part pràctica, mitjançant cinc casos reals on la dactiloscòpia ha tingut un gran valor. També s'ha posat de manifest la importància que té el sistema automàtic d'identificació dactilar (SAID), el qual ha millorat aquesta ciència sobretot en la rapidesa del mètode. Un altre punt destacat en el treball ha estat el tipus de dactilograma que s'utilitza en l'àmbit Espanyol, ja que cada país, utilitza el seu particular. S'ha descrit de forma general, els reveladors físics i químics més destacats, ja que s'utilitzaran segons en la superfície en la que es trobi l'empremta o bé segons les condicions en les que es trobi aquesta.

Finalment, s'ha proposat una investigació per tal de poder obtenir resultats més acurats, en tant en quant a la datació de les empremtes que es volen identificar, ja que d'aquesta manera, es podria saber quan ha estat aquella persona en el lloc dels fets. Aquest avenç permetria en molts casos tenir un augment de la certesa de que és aquella persona qui ha realitzat els fets i poder obtenir una noció de quan ho ha fet.

PARAULES CLAU

Ciència forense, empremtes dactilars, reveladors físics i químics, SAID, tipus de dactilograma.

1.- INTRODUCCIÓ

Les empremtes dactilars són les impressions –en general “latents” (invisibles) que es deixen en superfícies llises que es toquen amb les mans nues. Aquestes impressions normalment es componen de secrecions naturals més contaminants recollits del medi ambient. Hi ha disponibles diversos mètodes òptics, físics i químics per a la detecció i el registre d'aquestes impressions. Les tècniques de detecció es seleccionen i s'apliquen en un ordre sistemàtic, predeterminat, dictat per diversos paràmetres com la porositat superficial, l'edat probable de les marques d'interès i factors ambientals (per exemple, si la superfície està o no mullada). Les marques digitals recuperades d'un lloc del crim o dels articles enviats en relació amb un delicte tenen un valor innegable per a una investigació forense. Es poden comparar amb empremtes de referència (per exemple, de sospitosos o delinqüents condemnats) per determinar si han pogut o no haver estat dipositades per una persona determinada. La classificació de les empremtes dactilars es basa en el patró general de la cresta, mentre que la identificació de les empremtes dactilars (individualització) es basa en la configuració de les característiques de cresta individual o en les minuciositats [1].

El motiu principal de la popularitat de les empremtes dactilars com a forma d'identificació és que l'empremta digital d'una persona és única i continua invariable amb la seva edat. Les autoritats policials han desenvolupat un mètode estandaritzat per a la concordança manual de les empremtes latents o parcials retirades de l'escena del crim. Tanmateix, la concordança manual d'empremtes és una tasca altament tediosa per les següents raons, ja que les funcions utilitzades per a la concordança són més aviat petites, de mida en comparació amb la mida de la imatge, un expert humà ha de fer servir sovint una lupa per tenir una millor visió de les impressions de les empremtes i la complexitat per unir la imatge amb la empremta dins de la base de dades provoca que es pugui trigar diversos dies en obtenir-se el resultat [2].

Tot i això, cada vegada s'estan desenvolupant tècniques més eficients i que requereixen menys temps d'anàlisi i tractament per facilitar els resultats.

Les empremtes dactilars es poden classificar de forma general en sis classes principals. En un altre nivell més acurat, la concordança es realitza mitjançant l'extracció de finals de cresta i punts de ramificació, anomenats “minutiae” (punts característics) [1].

2.- OBJECTIUS

Degut a la veracitat de les empremtes per la resolució de casos al llarg dels anys, l'objectiu d'aquest treball és poder donar una visió general d'aquest sistema d'identificació.

Els objectius d'aquest treball són:

- Analitzar l'evolució històrica de la dactiloscòpia des del punt de vista dels avenços i estudis fets des de la prehistòria fins l'actualitat. Destacant aquells moments més importants per la ciència dactiloscòpia.
- Determinar la garantia i necessitat de la dactiloscòpia com a prova veraç a partir de diversos casos reals.
- Saber què és el SAID i la funció d'aquest en el moment de la identificació per la seva rapidesa i la seva veracitat que ajuden en una millorar del resultat.
- Poder tenir una idea sobre les diferents zones en les que es divideix una empremta, així com de la seva forma a partir dels diversos sistemes de dactilars i tipus de dactilogrames segons la tècnica emprada a Espanya.
- Obtenir una visió general del procés de les tècniques de revelat de la evidència.
- Proposar una nova investigació relacionada amb la datació d'empremtes especialment en l'àmbit forense però tenint en compte també factors ambientals i la facilitat d'obtenir una identificació portàtil.

3.- HISTÒRIA

La perspectiva històrica es diferencia en tres etapes: la etapa prehistòrica, la etapa empírica i la etapa científica.

Etapa prehistòrica

Es van descobrir maons neolítics de l'antiga ciutat de Jericó al 7000 aC que contenien empremtes. També cal destacar que el 3000 aC Europa del nord-oest a New Grange, República d'Irlanda, i Bretanya, França es van trobar artefactes que contenien talles

d'empremtes dactilars. Artefactes en l'enterrament interior passatges de cambres i tombes que posseeixen imatges de dorsals d'empremtes dactilars. Tot i que alguns diuen que les estampes coincideixen en un lloc per casualitat, la teoria de Stockis afirma que la ubicació de les estampes eren intencionades [3].

Es va observar també un detall d'empremtes de mans i els peus humans en mòmies de l'antic Egipte. Aquests han estat examinades en nombroses ocasions i es pot observar la presència de la carena en detall sobre els dígits de les mòmies. Una altra evidència es va trobar en una petita porció d'empremta de palma en un fang endurit que es va trobar a Egipte en un jaciment paleolític al dipòsit sebekià, plana de Kom Ombo, a la riba est del riu Nil, datada fa uns 10.000 anys [4].

Etapa empírica

En aquesta etapa es van localitzar multitud d'impressions digitals en escrits i documents. Segons l'historiador xinès Kia Kung-Yen, a la Xina, en els anys 600-700 a.C. s'aplicava la llei domèstica "Taiho", en les sol·licituds de divorci, el marit havia de tenir un motiu per tal de separar-se i tenia que formar amb la impressió dactilar del dit polze per certificar/segellar els documents. També per segellar contractes i documents legals. En el Japó de fa mil dos-cents anys s'obligava a presoners a estampar el seu dit polze sobre el registre carcerari. Igualment a Xina, Orient i Egipte, s'acceptava la impressió de l'empremta digital en substitució de la forma escrita en aquelles persones analfabetes [5].

En l'Antigua Babilònia, les empremtes digitals van ser utilitzades en les taules d'argila com a forma de segellar contractes i transaccions econòmiques. També cal destacar que artistes grecs i romans també deixaven la seva empremta en materials de construcció com a mode d'autoria [6].

Etapa científica

En aquest període, trobem l'ús del mètode científic en la obtenció de coneixements, sorgint la lofoscòpia com a ciència de forma lenta i contínua. Cal destacar doncs, a certs personatges que van protagonitzar l'avanç d'aquesta ciència [6].

Marcello Malpighi, va escriure molts tractats sobre les superfícies palmàries. Es va centrar principalment en la funció, la forma i l'estructura de la pell de fricció com a òrgan tàctil i el seu ús en la millora de tracció per caminar i agafar-se. Al 1662 va escriure la seva obra sobre empremtes: "Epístoles anatòmiques". Per la seva investigació i en reconeixement a les seves aportacions es va nomenar una capa de pell en honor seu, la capa de Malpighi, que es troba a l'estrat "mucosum" o a la porció inferior (interior) de la capa epidèrmica de la pell. Malpighi no va aconseguir continuar la investigació en aquest àmbit; i tot i que els seus desenvolupaments i que va ser pioner, els seus estudis estar silenciosos durant més de cent anys.

EL 1684 el doctor Nehemiah Grew, va publicar dibuixos molt precisos de les empremtes dactilars. Va comentar les formacions de la carena els dits. És considerat el primer pioner a estudiar i descriure porus sudorípars, crestes i solcs epidèrmics, entre d'altres disposicions tant a les mans com als peus.

Mayer, al 1788, es va convertir en el primer que va exposar la teoria, que la disposició de les crestes cutànies no es duplica mai en dos individus. "Tot i que els arranjaments de les crestes de la pell mai es dupliquen en dues persones, tot i així les semblances estan més a prop d'alguns individus. En d'altres les diferències ho són marcades, però malgrat les seves peculiaritats d'ordenació, totes tenen una certa semblança".

El 1823 Johannes Purkinje va publicar una tesi en la qual ell va descriure els patrons de cresta de fricció i va classificar les empremtes dactilars, dividint-los en nou categories i establint les regles la seva interpretació. Aquesta va ser la primera vegada que es van classificar les impressions en patrons. Van sorgir quatre patrons bàsics: arc, tenda, llaç i circular [3].

El 1895 William Herschel, va ser el primer que va presentar un estudi i va certificar l'ús de les impressions dactilars en la identificació personal. Va demostrar la persistència dels punts característics o minúcies de les crestes papil·lars mitjançant la utilització de les seves pròpies impressions preses en dos anys diferents. En el segle XIX, administrador del districte de Hoogly, va utilitzar la estampació de les impressions dactilars en els documents contractuals i més tard, ho va estendre al sistema de pensions, registre carcerari, defuncions...[5].

Henry Faulds, va descobrir que les glàndules sudorífiques i les secrecions olioses de la epidermis poden deixar una empremta molt clara. Després d'un any d'estudis va concloure

que la forma rotunda que els dibuixos digitals no varien en tota la vida. Va treballar per tal de que la identificació lofoscòpica, es pogués incorporar-se a Scotland Yard [5].

Francis Galton, va estudiar el sistema antropomètric de Bertillon, el sistema desenvolupat per Herschel, i el de Purkinije. El 1892 va publicar el seu llibre “Fingerprints”, en el qual va proposar un sistema tant de classificació com de catalogació, confirmant una vegada més tant la perennitat com la individualitat de les crestes papil·lars. Va introduir l’arxiu de les impressions a través d’una classificació de quatre tipus d’empremtes: arc, llaç radial, llaç cubital i “verticilo”. Va introduir la primera classificació [5].

Vucetich, escriu “Dactiloscopia comparada”, on mostra el seu sistema de classificació, descrivint quatre patrons d’empremtes. Tot i que aquest sistema no ha estat utilitzat fora de Sud-Amèrica, al 1896, Argentina, va acceptar el seu sistema per classificar empremtes [4].

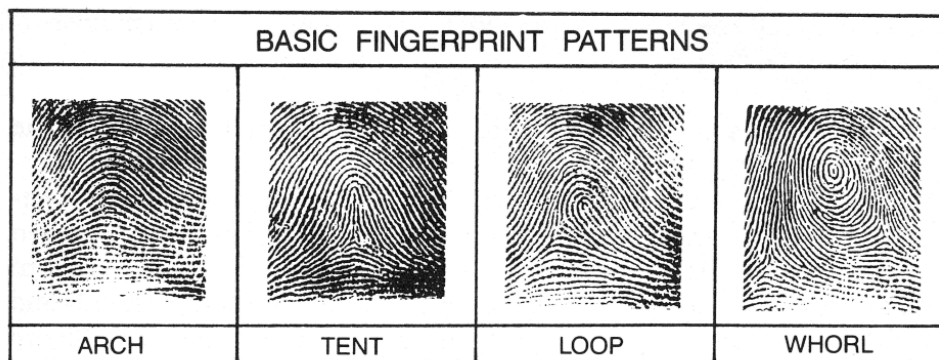


FIGURA 1.- PATRONS BÀSICS D’EMPREMTES. FONT: [4] .

Al 1909, Federico Olóriz Aguilera, introdueix el sistema de identificació dactiloscòpic espanyol. Va desenvolupar el seu propi sistema de classificació (discussió en el punt 6), utilitzat fins el 1982, quan s’introdueix el SAID o AFIS (que actualment existeix de forma internacional), el 1944 es crea el document nacional d’identitat (DNI) a Espanya, i al 2005, es substitueix pel DNI electrònic [6].

4.- CASOS REALS

CAS FRANCISCA ROJAS

Els fets van passar el 30 de juny de 1892 a la petita ciutat de Necochea, l'Argentina, on va tenir lloc un doble crim que marcaria un abans i un després en la investigació criminal. Van aparèixer morts a l'habitació matrimonial de Francisca Rojas els seus dos fills (Feliza de 4 anys i Ponciano de 6 anys), els dos amb talls al coll. Els nens havien estat degollats i van morir a partir d'una "hemorràgia fulminant", mentre ella va quedar desorientada. La dona va rebre assistència mèdica i quan quedar fora de perill, va assenyalar a Velázquez com l'assassí. La Sra. Rojas, va acusar el seu exmarit d'intentar matar-la perquè no li va voler lliurar els nens per emportar-se'ls a Caraballo. Fins i tot va denunciar que Velázquez li havia pegat amb una pala a l'esquena. Amb aquesta simple declaració, la Policia de Necochea va detenir a Velázquez. Aquest, però va negar qualsevol participació, fins i tot després que s'utilitzessin tècniques d'interrogatori doloroses per obtenir una confessió. Els agents de la llei fins i tot van intentar lligar-lo als cadàvers dels nens durant la nit. Va ser torturat una setmana però tot i això, va mantenir la seva innocència durant tota la prova.

Juan Vucetich, encarregat de la identificació criminal a la seu regional, s'havia intrigat per les noves teories de la identificació d'empremtes dactilars i va enviar a un investigador per veure si els mètodes podien ajudar a resoldre el cas. Fins llavors, l'únic mètode d'identificació era el Bertillonage, batejat amb el nom del seu inventor, Alphonse Bertillon, que treballava per a la policia de París.

Quan l'investigador va examinar la casa de Rojas, va trobar una empremta de sang a la porta del dormitori. A Rojas se li va demanar que proporcionés una impressió de tinta del polze a la comissaria. Fins i tot només amb una comprensió rudimentària de la identificació forense, els investigadors van poder determinar que la impressió de la porta pertanyia a Rojas. Amb aquesta nova evidència contra ella, va acabar confessant el crim dels seus dos fills.

Per tant, es podria dir que es considera el primer homicidi resolt amb evidència d'empremtes dactilars [7] i [8].

CASO JOSEPH REIBEL



FIGURA 2.-EL PRIMER REGISTRE ANTROPOMÈTRIC, A DOBLE CARA, DE HENRI-LÉON SCHEFFER, CRIMINAL FRANCÈS, NASCUT EL 4 D'ABRIL DE 1876 A AUBERVILLIERS, CONDEMNAT PER LES GALERES PER L'ASSASSINAT DE JOSEPH REIBEL COMÈS L'OCTUBRE DE 1902 A LA RUE DU FAUBOURG SAINT-HONORÉ. FONT: [9]

El 16 d'octubre de 1902, el dentista Auguste Alaux va descobrir el cos sense vida de Joseph Reibel, el seu servent. La policia va ser alertada i es va dirigir al lloc del crim al 157, rue du Faubourg-Saint-Honoré, a París. En aquell moment es va notificar la desaparició d'objectes de valor, una finestra del medalló havia estat trencat i havien robat obres d'art. No hi van haver testimoni dels fets. Tot i això, durant les investigacions, la policia va descobrir empremtes dactilars al vidre trencat de la finestra.

Bertillon, va ser l'encarregat d'investigar el cas i en l'escena del crim va trobar traces digitals visibles al panell de la finestra trencada. Bertillon va aprofitar tant la finestra per estudiar-la al servei d'identitat judicial, com també va agafar una mostra de les empremtes dactilars de la víctima per a la seva comparació.

Quan va comparar les empremtes amb les de la víctima no van correspondre amb les trobades a la finestra. Va ser quan Bertillon, va observar els registres antropomètrics dels quals disposava i va trobar una "semblant sorprenent" entre les traces i les empremtes d'un home anomenat Henri-Léon Scheffer acusat el 9 de març per robatori. En un informe del 24 d'octubre de 1902, Bertillon descriu les similituds entre les traces trobades i les empremtes de Scheffer. Compara la forma central dels dibuixos digitals que descriu com: cordons de

direcció oblic, solcs en forma d'arcs superposats o un punt envoltat en cercle. Compta les ranures entre el centre de la figura i el "triangle d'intersecció".

Henri Léon Scheffer (Figura 2) va ser arrestat el 30 d'octubre a Marsella , va confessar i va ser condemnat a treball forçat de per vida [10].

Per tant, podríem dir que aquest cas va ser el precursor per a què Bertillon tingués la certesa de poder resoldre el primer cas d'assassinat a Europa fent ús de les empremtes dactilars com una evidència provada i certificada com a veraç.

CAS WILL WEST

El 1903, un home anomenat Will West va ser detingut i enviat a la penitenciària de Leavenworth, Kansas. A l'hora es prenen les fotografies i mesures antropomètriques es comparen amb els registres existents, i hi ha una fitxa on no és tan sols és el nom (William West) era igual sinó que les mesures eren casi idèntiques. Tot i això, Will West va negar haver estat detingut anteriorment.

El més estrany de tot és que quan es va comprovar la fitxa de William West, es va observar que corresponia a un reclús que encara seguia allà complint una cadena perpètua per assassinat, de manera que quedava clar que eren dues persones diferents, encara que amb sorprenents similituds.

Es va poder determinar que, per tant, eren persones diferents però amb patrons antropomètrics casi idèntics (Figura 3) , amb la qual cosa va posar de manifest encara més el fet que la necessitat de prendre les empremtes per poder fer una identificació més eficient [11].

Tot i ser una història sensacionalista, es cert que els bessons idèntics tenen les mateixes o casi les mateixes mesures antropomètriques, però són fàcilment diferenciats per empremtes dactilars. Per tant, es pot concloure que la superioritat de les empremtes dactilars sobre les mesures antropomètriques és molt més elevada [12].

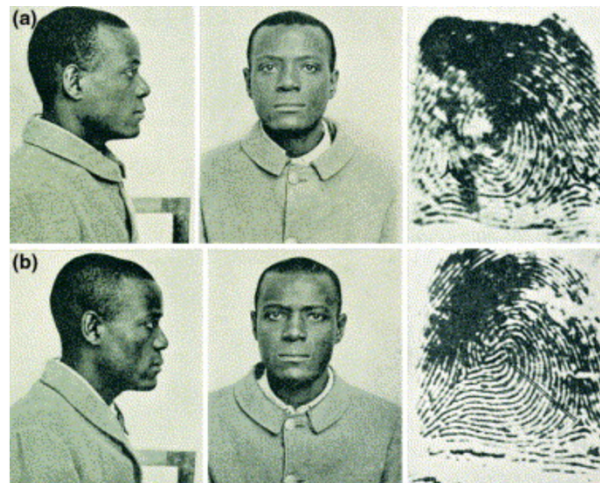


FIGURA 3.- IMATGE I EMPREMTES DE A) WILL WEST I B) WILLIAM WEST. FONT: [13]

CAS JOSÉ ANTONIO LOPEZ

El cas de l'assassinat de Juan Antonio López va estar tancat 10 anys després. El dia dels fets (25 de Juliol de 2002) diversos encaputxats van robar a les oficines i ja marxaven quan el Sr. López es va encarar amb ells. Els lladres li van disparar al cap amb una escopeta de canons retallats i van fugir deixant-lo estès a terra, mort. A l'endemà, la policia va trobar l'Opel Corsa que van usar en el cop, abandonat a l'estació de servei de l'AP-7 de Roda de Barà. A l'interior hi havia diversos objectes robats, un telèfon mòbil, l'escopeta i un revòlver. El cotxe havia estat sostret poc abans a la zona de Garraf.

El van matar a trets davant del magatzem de begudes en el qual treballava, a Tarragona. La policia tenia la certesa de quins havien estat els seus botxins, però no les proves suficients per tancar el cas. Però això va canviar amb els avenços tecnològics en la identificació d'empremtes dactilars i en l'elaboració de perfils genètics.

Una nova anàlisi de quatre empremtes-dos trobades en els vidres d'un Opel Corsa, una al maleter i una altra en un CD i un pèl en un passamuntanyes va ser suficient perquè el jutge ordenés detenir a cinc persones que formaven part d'una banda de L'Hospitalet de Llobregat.

El fet de trobar empremtes dactilars i restes biològics al 2002, es a dir, l'any de l'assassinat però que no fossin concloents, va provocar que no es pogués resoldre el cas. El 2010, gràcies als avenços tecnològics en l'àmbit forense, van ajudar a què amb el nou examen tant les empremtes, com els restes biològics, van servir per identificar els atracadors; cosa que va

provocar que entre març i abril de 2012, la policia va poder detenir els cinc implicats en l'assassinat [14] i [15].

CAS RICHARD RAMÍREZ

El 1982, Richard, va ser fixat per la policia i empresonat per tràfic i consum de drogues. Va arribar a ser un assassí en sèrie que va atemorir la ciutat de Los Angeles , amb més de 30 homicidis. Degut segurament a les influències i vivències de la seva infància amb la seva família, va provocar que es convertís en un personatge perillós. No seguia un patró en els seus actes sinó que va començar amb les drogues i robatoris petits, i aquests fets van ajudar a poder detenir-lo posteriorment pels seus crims i violacions macabres. La seva primera víctima va ser Jenni Vincow de 79 anys al 1984. Tot i no utilitzar el mateix “modus operandi”, era extremadament perillós. Utilitzava diferents armes, i atacava diferents víctimes sense fixar-se en la condició, edat, ni raça.

Però un atac va ser decisiu per la seva detenció. Aquell dia va rondar per la casa, a la recerca d'alguna cosa de valor i després de no trobar res, va violar i torturar a la noia fins que aquesta li va confessar un amagatall on la seva parella guardava diners. Hores més tard i després apuntar-la amb la pistola, Richard va decidir marxar i deixar-la amb vida. La jove no només va donar una descripció exacta de l'Assetjador Nocturn (anomenat d'aquesta forma), sinó que aquest va deixar les seves empremtes dactilars per tot el pis.

Això va ser clau per la seva detenció a més d'un testimoni que va veure el seu cotxe en el lloc dels fets. Les autoritats de Califòrnia van poder a partir del innovador sistema d'identificació dactilar, comparar les empremtes trobades (a la casa de la noia i també a partir d'un registre al seu vehicle on van trobar diverses empremtes), amb la seva base de dades, com que ja va estar detingut anteriorment el 1982, van trobar el resultat positiu, ja que coincidien amb les de Richard Ramírez i va donar lloc a la seva detenció [16] i [17].

5.- SISTEMA AUTOMÀTIC D'IDENTIFICACIÓ DACTILAR

El primer experiment amb l'automatització computada de targetes d'empremtes conegudes va tenir lloc a l'Oficina Federal d'Investigacions. El 1934, la Divisió d'Identificació del “*Federal Bureau of Investigation*” (FBI) començava a comptar amb una base de dades d'empremtes conegudes cada vegada més difícil de cercar manualment. L'intent de l'FBI en l'automatització d'impressions conegudes implicava l'ús de targetes perforades i màquines de classificació.

Descripción	Código AFIS
Arco	AU
Presilla con inclinación a la izquierda	LS
Presilla con inclinación a la derecha	RS
Verticilo	WU
Amputación	XX
Cicatriz completa	SR
Imposible de clasificar	UC
Imposible de imprimir	UP

FIGURA 4.- TAULA DESCRIPTIVA DEL CODI AFIS. FONT: [12].

Les classificacions de targetes amb impressions conegudes es teclejaven en les targetes perforades i es classificaven d'acord amb la informació continguda en la targeta. Llavors, les màquines de classificació de targetes podien treure els que contenien una classificació específica perforada i a partir d'aquesta extracció, els examinadors podien retirar les targetes d'impressions conegudes corresponents per a la seva examinació. Encara que aquest mètode era nou en el moment, l'FBI va determinar que l'experiment no tindria èxit i va ser abandonat [18].

La classificació real d'empremtes dactilars va passar per tres fases diferents. La primera fase va intentar emular definicions de patrons del sistema de classificació Henry. S'assumia que si un tècnic capacitat en empremtes dactilars podia determinar fàcilment un tipus de patró únicament amb mirar la trajectòria de les crestes generades per l'ordinador, també podia fer-ho l'ordinador. No obstant això, aquest procés va resultar ser llarg, fins i tot per l'ordinador, i en la segona fase, el sistema d'Henry va ser reemplaçat amb la classificació de codis de la NCIC [12].

A principis de 1980, es va instituir la tercera i última fase de classificació automàtica d'empremtes dactilars. El sistema, denominat en anglès: *automated fingerprint identification system* (AFIS), o en català: sistema d'identificació dactilar (SAID), es basava únicament en l'extracció computada de minúcies. Aquesta extracció, en efecte, crea mapes matemàtics de

cada impressió en un bloc del dit i de la targeta com un tot. Cada mapa conté el tipus de patró determinat per l'ordinador (Figura 4) i la ubicació i direcció de les minúcies [12].

Els sistemes AFIS busquen, en bases de dades, les característiques que inclouen els punts on s'acaben les dorsals, els punts allà on es divideixen, les indicacions que semblen fluir en les carenes i, fins i tot, els punts. El sistema AFIS tradueix allò que un humà veu com una imatge i selecciona funcions clau, busca aquestes funcions en una base de dades i produeix la millor coincidència en la base de dades de la que disposa [19].

Aquests sistemes són increïblement ràpids. Només triguen uns minuts a capturar del fitxer deu imatges de dits en la base de dades. En uns minuts més, també és pot enviar les imatges obtingudes i la informació per l'arrest determinada [19].

Els mecanismes de l'AFIS, inter-operen algoritmes en aquests diferents tipus d'imatges. En altres paraules, la imatge adquirida mitjançant un escàner fora de línia s'ha de combinar amb una imatge adquirida mitjançant la vida útil escàners sense pèrdues de precisió. La tècnica de tinta, la pell del dit es tritura primer amb tinta negra, es premsa o es fa rodar contra una targeta de paper i la targeta es converteix en forma digital mitjançant un escàner de paper. El més habitual és la resolució usada de l'escàner / càmera és de 500 dpi [20].

La Figura 5 mostra l'exemple d'una imatge on es pot observar un exemple de les dades en una targeta de recollida d'empremtes (A) i una imatge estreta del live script en una recuperació d'empremtes (B). Aquestes imatges han estat preses per un especialista de l'Institut Nacional d'Estàndards i Tecnologia (NIST) [20].

El procés d'identificació és un procés el qual necessita d'examinadors experimentats. Un oficial és el que dur a terme la impressió de tinta en una targeta en forma de cartró o enrotlla la matèria del subjecte dits a través d'un plat de vidre. També cal tenir en compte que en l'escena del crim també són experts els que busquen les evidències. A més a més, en el procés final, és també l'expert, qui, determina si hi ha una coincidència. Els "AFIS" són eines notables, però no obstant això, el seu èxit dependrà sempre de la voluntat de mantenir-los actuals i més moderns; a més de tenir experts que s'assegurin de la veracitat dels resultats. La precisió final depèn d'una bona base de dades, d'un bon treball d'investigació en trobar impressions latents en la escena del crim o en llocs crucials. El sistema AFIS només són eines per ajudar al procés d'identificació. Per tant, s'ha de tenir en compte que són els experts els que fan les

identificacions, no l'AFIS. El procés comença amb experts i són ells els que donen les conclusions de les evidències obtingudes en cada moment [19].

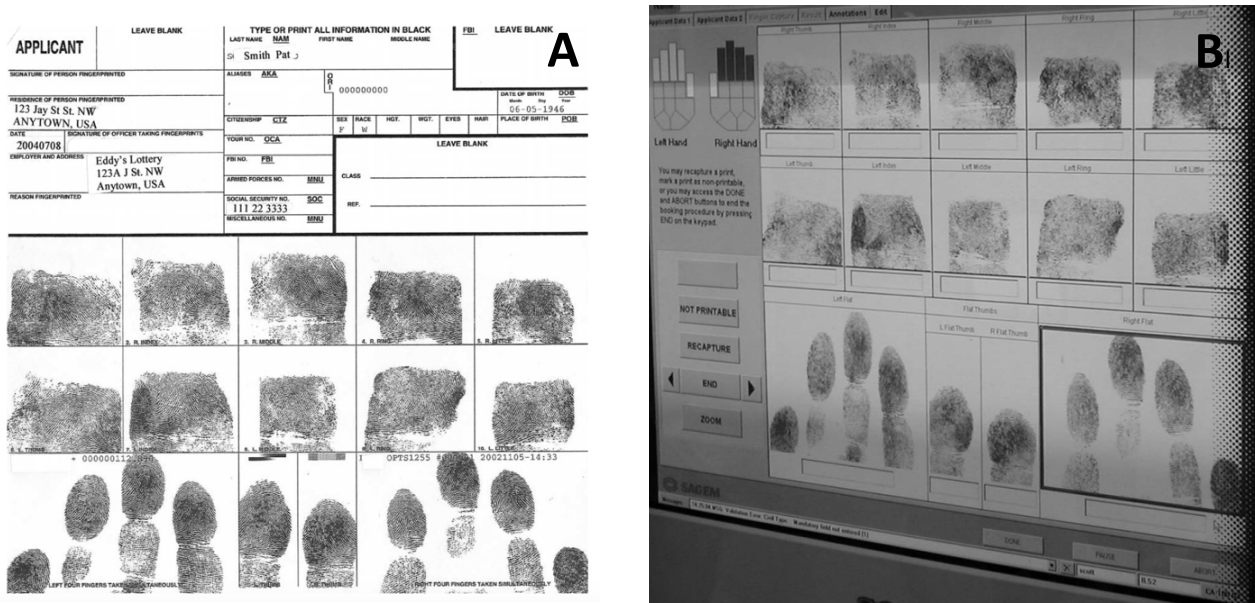


FIGURA 5.- A) EXEMPLE DE LES DADES EN UNA TARGETA DE RECOLLIDA D'EMPREMTES. B) IMATGE EXTRETA DEL LIVE SCRIPT EN UNA RECUPERACIÓ D'EMPREMTES FONT: [19].

També cal dir que hi ha una sèrie de reptes que queden per superar en el disseny d'un sistema d'individualització d'empremta dactilar totalment automàtica i fiable; especialment quan les imatges de les empremtes dactilars són de mala qualitat. Tot i que els sistemes automàtics han millorat significativament, el disseny de sistemes automatitzats encara no coincideix amb la presa de decisions complexa d'un perit en empremtes dactilars, ben capacitat per a prendre decisions [12].

6.- TIPUS DE DACTILOGRAMES

Per tal de poder entendre els diferents tipus de dactilogrames, s'han de conèixer els sistemes dactilars, que són les parts en les quals es pot dividir el dactilograma. N'existeixen tres :

- Sistema basilar: Zona entre la segona i la tercera falange, menys pel dit polze, on es troba entre la primera i la segona falange. Normalment les seves crestes són horitzontals, paral·leles al plec de flexió de la falange.

- Sistema marginal: Zona més exterior del dactilograma. Normalment, corresponent a la zona de la punta dels dits i els límits del mateix. Les seves crestes solen ser anguloses.
- Sistema nuclear: Zona compresa entre el sistema basilar i el marginal. Conté el centre de la impressió dactilar (nucli) i la major part dels punts característics del dactilograma.

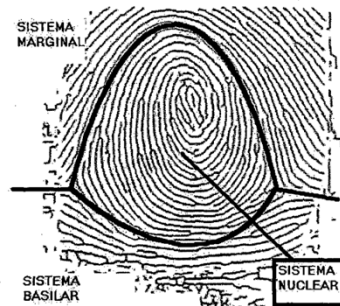


FIGURA 6.- SISTEMES DACTILARS: BASILAR, MARGINAL I NUCLEAR. FONT: [21]

Cal destacar que no tots els dactilogrames es poden dividir completament en aquestes tres parts. Hi ha diferents punts característics, que marquen diferències com poden ser els punts finals, bifurcacions, punts aïllats i secants.

Per tal de definir els tipus de dactilogrames s’ha de tenir en compte que cada país, utilitza els seus sistemes d’identificació mitjançant una classificació específica. En el cas d’Espanya, cal destacar a Federico Olóriz Aguilera.

El mètode del Dr. Frederico Oloriz, és basa en un altre sistema, el de Juan Vucetich, que utilitza el número de deltes que apareixen, la classificació estableix com: “Adelto”, “Pseudodeltos”, “Dextrodelto”, “Siniestrodelto”, “Bidelto”, i “il·legible” [21].

Adeltos: Careixen de delta (punt de trobada de tots els sistemes, basilar, marginal i nuclear) i de sistema nuclear, les crestes presenten un arquejament convexe.



FIGURA 7.-DACTILOGRAMA ADELTO. FONT: [21]

Pseudodeltos: Formats per un fals punt delta que correspon a la forma d'aquest, no tenen punt nucli i, per tant, no contenen zones nuclears, basilar i marginal clarament diferenciades.



FIGURA 8.-DACTILOGRAMA PSEUDODELTOS. FONT: [21]

Dextrodeltos: Tenen un sol punt de delta a la dreta del punt nuclear.



FIGURA 9.-DACTILOGRAMA DEXTRODELTO. FONT: [21]

Sinestrodeltos: Tenen un únic punt delta a l'esquerra del punt nuclear.



FIGURA 10.-DACTILOGRAMA SINESTRODELTO. FONT: [21]

Bideltos: Tenen dos deltes i un nucli. També poden tenir dos deltes i dos nuclis; dins d'aquest s'engloben els dactilogrames amb tres o més deltes.



FIGURA 11.-DACTILOGRAMA BIDELOS. FONT: [21]

Il·legibles: Impossibles de determinar en zones, no per mala captura de la empremta sinó perquè les crestes papil·lars formen un dibuix en el que falta una estructura, degut a una malformació congènita, per accidents o efectes de la manipulació d'agents abrasius, entre altres.

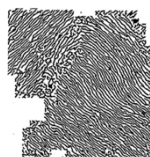


FIGURA 12.-DACTILOGRAMA ILLEGIBLE. FONT: [21]

A més a més, és pot aplicar en la ressenya decadactilar una fórmula amb el “sistema Olóriz”. Aquest sistema és molt important per tal de classificar i dividir informació en grups per la fase d’identificació [21]:

	Adelto Pseudodelto	Dextrodelto	Sinestrodelto	Bidelto	Ilegible	Amputación
Pulgar	A	D	S	V	X	0
Otro dedo	1	2	3	4	X	0

FIGURA 13.- FÒRMULA DECADACTILAR DEL SISTEMA OLÓRIZ. FONT: [21].

7.- METODOLOGIA

Al fer contacte amb una superfície els trets singulars de les crestes de fricció poden deixar una impressió. Dues impressions poden ser analitzades, comparades i avaluades; si la qualitat i quantitat suficient estan presents (o absents) en una àrea corresponent de ambdues impressions, un examinador competent pot efectuar la individualització o exclusió (identificar o excloure a un individu). La metodologia de l'anàlisi, comparació, avaluació i verificació (ACE-V) combinada amb la filosofia de examinacions qualitatives i quantitatives, estableixen el marc per a l'aplicació pràctica de la disciplina de revisió de les crestes de fricció [12].

La química dels residus de les empremtes latents és molt complexa, a causa de les característiques físiques i propietats de centenars (potencialment milers) de compostos químics que es troben presents en una empremta latent. Aquests components formen una complexa matriu tridimensional així com emulsions d'aigua i compostos orgànics i inorgànics [22].

Es per això que la metodologia és molt important, ja que la interacció de l’empremta resultant amb els reveladors, és molt significatiu per tal d’obtenir un bon resultat identificatiu, és per això que en aquest punt es destacaran mètodes per tal de poder obtenir una idea global sobre la metodologia que s'utilitza. Tot i això és profunditzarà una mica més en l’aplicació i els components de la ninhidrina ja que és un dels reactius químics més utilitzats sobre tot si l’empremta és troba “contaminades” de sang.

Primer de tot, cal destacar el revelat d'empremtes latents amb pols, que està basat en l'aplicació de partícules fines que, físicament, s'adhereixen a components aquosos o grassos

en residus d'empremta latent o superfícies no poroses, el que proveeix una bona visibilitat i definició dels detalls de les empremtes latents [22].

Alguns pols són combinats amb substrats lluminosos o foscos, com és el cas de les pólvores bi-cromàtics, els quals consisteixen en barreges de pols de alumini amb pols negre que permeten la visualització de les empremtes latents en superfícies clares o fosques [22].

D'aquests cal destacar els pols blancs, que es componen d'una barreja finament tamisada de pols d'arròs amb blanc de plom o magnesi i lycopodi. Els pols negres, compostos de grafit, carbó vegetal d'alta qualitat o de diverses substàncies sintètiques, aquest és reconegut per la seva versatilitat i eficàcia. Els pols d'alumini, de baix pes i altament volàtils, que per la seva gran capacitat d'adherència, brinden excel·lents resultats sobre rastres antics que han estat afectats pel medi ambient. Els pols de bronze, brillants de tonalitat rogenca i daurada que es visualitzen foscos fotogràfica, pel que s'apliquen sobre superfícies clares. Els pols vermells que tenen la particularitat de ser higroscòpics, s'utilitzen en circumstàncies específiques sobre superfícies altament reflectores, com miralls i metalls polits o cromats. Els pols fluorescents amb propietats fluorescents i fosforescents, més sensibles que els mètodes tradicionals i comunament utilitzats sobre superfícies multicolors i sobre la pell humana, requerint d'un llum especial. Finalment els magnètics, que s'apliquen mitjançant una varilla imantada o pinzell magnètic, s'utilitzen pel revelat sobre paper i altres superfícies poroses i netes com fusta, vinils, vidres i metalls no ferrosos [23].

Existeixen, altres tècniques per tal de poder identificar empremtes, un exemple n'és la dels Rajos X, la qual consisteix en escampar sal de plom per l'empremta i radiografiar-la. Una altra és la metal·lització en el buit (vacuum metal deposition-VMD), útil en la detecció d'empremtes digitals latents sobre una gran varietat de superfícies. Aquesta tècnica consisteix en fer el buit, elevar la temperatura i provocar la sublimació, revelant l'empremta pels solcs papil·lars.

Les empremtes dactilars poden ser també revelades per immersió en una suspensió acuosa d'un pols insoluble, seguit per un aclarit amb aigua, i en aquest principi es basa el reactiu de petites partícules (o en anglés –small particle reagent- SPR), considerat com un revelador mecànic líquid, una suspensió de partícules de disulfur de molibdè [24].

També cal destacar els reactius químics, com la ninhidrina, el seu component principal és l'hidrat de tricetrohidrinden, que reacciona davant la presència d'aminoàcids i proteïnes, els qui són components de la suor, generador de les empremtes latents, que s'usa per al revelat d'aquestes, produint una reacció de color blau-violeta que es coneix com púrpura de Ruhemann. La ninhidrina és un sòlid pulverulent, que es dissol amb una altra substància líquida (acetona o un altre solvent), tot i que actualment ja es comercialitzen diferents presentacions de ninhidrina en aerosol i amb variats preparats acords a la superfície on es desitja implementar. Els desavantatges cap a aquesta tècnica estan que és un revelador de procés lent, ja que el revelat està influït per les proporcions emprades en la solució del reactiu, l'antiguitat de la petjada i la intensitat de la suor expel·lit pels porus a l'entrar en contacte les crestes papil·lars amb el paper [25].

Si es desitja un revelat ràpid, ha d'estar exposat a temperatures elevades, oferint el suficient calor perquè el revelat passi en menor temps, o bé a exposar la superfície ruixada amb ninhidrina a la llum solar, tot i que no anirà tant ràpid. Un altre factor desavantatjós pel que fa a l'ús d'aquesta tècnica és que si no s'utilitza l'adequada combinació de ninhidrina amb solvent, en documents amb escrits, pot córrer el risc que la tinta es dissolgui, generant alteració o pèrdua del document. Els avantatges que presenta és que és una de les tècniques més emprades per al revelat d'empremtes latents antigues i que és pot utilitzar amb empremtes que estiguin contaminades amb sang. A més, és simple d'utilitzar, ja que simplement consisteix en ruixar la superfície on es presumeixi hi hagi una empremta latent, utilitzant la solució idònia, i exposar-la a temperatura elevades perquè la seva revelat sigui en menor temps. S'empra en superfícies poroses, especialment en documents antics, i superfícies que continguin rastres de sang [25].

Un altre reactiu àmpliament utilitzat en el revelat d'empremtes latents en color vermell a rosades, per la seva reacció amb aminoàcids és el 1,8-Diazafluoren-9-ona (DFO). Té l'avantatge de ser una tècnica més sensible respecte a la ninhidrina en el revelat d'empremtes latents en superfícies poroses [22].

Cal destacar també altres reactius químics com la 1,2-Indanediona, anàleg de la ninhidrina que reacciona de forma similar, igual que la 5-metiltioninhidrina (5-MTN). El cristall violeta, que actua sobre etiquetes o cintes adhesives. El nitrat de plata, que la seva eficàcia radica en

superfícies poroses. El cianocrilat, el qual té elevada capacitat d'adherència i polimerització, utilitzat en superfícies no poroses i compactes o incús sobre pell humana. El iode metal·loide, que s'utilitza en superfícies com el paper o cartó. Cristalls de iode, revelador sobre suports poroses previ al tractament amb ninhidrina o nitrat de plata. Altres reveladors utilitzats en casos d'identificacions són clorur de sodi, bisulfit de molibdè, floxetina B, androx, groc bàsic 40, vermell bàsic 28, rodamina 6g, mescla RAR i RAM, oil red O, Sudan Black... [23].

S'ha de tenir en compte que segons la superfície en la que es trobi l'empremta, l'ordre de tractament serà diferent per cada un.

En la identificació d'empremtes dactilars en cadàvers, s'ha de tenir en compte que si la pell es troba estovada, a vegades es necessari injectar glicerina o cera líquida sota les articulacions. En el cas de que els danys siguin més severs, es pot retirar la capa epidèrmica dels dits per tal de que el tècnic pugui realitzar el procediment de entintat i estampat o bé, retirar la epidermis i treballar directament on existeixen també els dibuixos papil·lars. Si el cos ha estat exposat al foc, presentarà una contracció de músculs. Per tant les crestes estaran intactes, ja que no hi haurà combustió. Si les empremtes presenten deshidratació, es procedeix a en papar-los en hidròxid d'amoni. Quan un cos està momificat, es procedeix a mullar la punta del dit en aigua destil·lada, glicol i àcid làctic durant un temps durant varies setmanes per a que s'estovin [6].

7.1.- MILLORES PER LA IDENTIFICACIÓ

Un dels punts interessants a tenir en compte és la datació de les empremtes dactilars per tal de poder descartar possibles investigats en diferents casos. És a dir, poder determinar, quan aquella empremta es va fixar en determinada superfície, pot ajudar molt a resoldre casos tant de robatoris o d'homicidis, entre altres. Cada vegada, a partir de les empremtes dactilars, tenim més informació.

Tot i que no hi ha molts estudis, si que es cert que cal destacar dos documents publicats en la revista de la societat Americana de química:

- Segons l'article de Muramoto, referència 26 *"La data d'edat de les empremtes dactilars podria tenir un impacte significatiu en la ciència forense, ja que té potencials per facilitar el procés judicial valorant la rellevància d'un l'empremta digital es troba*

en un lloc del crim. Tot i això, cap mètode actualment existeix que pot predir de forma fiable l'edat d'un empremta latent digital".

- Un altre estudi fet per Hinnens referència 27, ha pogut determinar *"un mètode reproductible per tal d' establir una edat latent d'empremtes dactilars que permetria al personal forense determinar si una empremta digital latent era rellevant per a un delicte. El treball investiga l'envelliment ambiental de triacilglicerols i altres lípids en el residu d'empremtes digitals que utilitza la desorció de làser assistit per matriu / ionització per espectrometria de masses. El seguiment de la degradació dels triacilglicerols insaturats al llarg del temps es va demostrar relativament reproduïble en diversos individus i se suggereix com un mitjà per a establir l'edat d'empremtes digitals latents".*

Per tant, una proposta per poder millorar aquesta incògnita seria poder trobar un mecanisme eficaç i simple que pogués datar de forma ràpida i inclús en el lloc dels fets, les empremtes trobades per tal de poder dur a terme una identificació més ràpida i segura de l'autor o autora dels fets. Gràcies a les informacions trobades anteriorment, un dels punts de partida seria a partir dels triglicerols o àcids grassos. També s'hauria de tenir en compte que aquest sistema de datació ha de ser de mides per tal de poder utilitzar-ho en el lloc dels fets, per tant, ha de ser d'una mida no molt gran si fos possible per facilitar la feina a l'expert.

Un fet important a tenir en compte, es les condicions ambientals, o les diferents superfícies en les quals es troba l'empremta. Aquests seria un avenç en la investigació, ja que aquests diferents estats poden interferir en el resultat.

8.- CONCLUSIONS

L'ús de les empremtes ha tingut un paper molt important des de la prehistòria. La dactiloscòpia es un dels mètodes d'identificació més utilitzats a nivell mundial ja que permet, a partir de criteris científics, un resultat veraç a partir de crestes epidèrmiques individualitzades. A més, gràcies a la perennitat, la immutabilitat i la seva variabilitat, garanteix que la possibilitat de trobar dos persones amb les mateixes empremtes es gairebé impossible, ja que ni els bessons tenen les mateixes característiques.

Després de l'aparició de la identificació de mostres mitjançant ADN si que és cert que les empremtes tenen diferents funcions més específiques en el món forense. Per exemple les empremtes dactilars, permeten fer una identificació en minuts gràcies al SAID o AFIS, amb un cost molt baix en comparació amb la anàlisi d'ADN, tot i que aquest permet analitzar qualsevol teixit del cos inclús després de centenars d'anys. Cal destacar que el material o equip és molt bàsic, cosa que no es pot dir amb la anàlisi d'ADN, en el qual es necessiten reactius, termocicladors, micropipetes, seqüenciadors... ja que és un procés que es necessita una precisió molt elevada.

Tant la identificació per empremtes com la anàlisi d'ADN, són dos mètodes necessaris i complementaris per tal de resoldre casos. Permeten un anàlisi veraç i fiable, amb resultats per aportar, acreditar o provar judicialment fets amb totes les garanties.

També afegir que, les empremtes presenten moltes avantatges com el temps, el cost, el material, equip i la història que presenta. Per tant, cal tenir molt present aquesta tècnica, ja que és objectiva i presenta resultats confiables i efectius. Cosa que es va veure al llarg de la història quan després del sistema de classificació antropomètric es van veure errors, i no ho identificava de forma correcta.

La identificació mitjançant empremtes, és un dels punts habituals en autòpsies, aquestes permeten identificacions segures i, en certs moments, molt necessàries com per exemple, quan hi ha una combustió. En aquest moment, la identificació és molt important ja que aquestes es trobaran intactes per la anàlisi. Tot i això, també s'ha de tenir en comte que hi ha altres casos, en els quals ha sigut necessari la utilització de la odontologia i altres proves fisiològiques, ja que les empremtes no presentaven un estat adequat per poder-les analitzar.

Destacar que, gràcies a l'aparició del SAID o AFIS i la internacionalització d'aquest, ha permès que es pugui treballar de forma global i més ràpida fent que la eficiència dels resultats sigui més important. També gràcies a la participació dels diferents països, s'ha permès que les dades que formen part de la base de dades siguin un mitjà per tal de poder resoldre casos que amb anterioritat no es podrien haver resolt, donant així més seguretat als fets.

Tot i que cada país, segueix un sistema de classificació de dactilogrames específic, cal destacar també el sistema utilitzat a Espanya un sistema desenvolupat pel Dr.Olóriz que mitjançant un sistema basat en els diferents deltes s'obté una classificació de sis tipus diferents de dactilogrames.

Un altre punt que cal aportar, és la possible obtenció de la datació de les empremtes, proveint així d'una informació necessària per tal de poder resoldre els casos. El fet de poder tenir la data en la qual s'ha fixat l'empremta, dona una informació molt important per poder saber qui es realment l'autor dels fets. Tot i que el fet de tenir diferents condicions i superfícies en cada empremta, genera un problema afegit per tal de poder obtenir un resultat de forma ràpida i veraç.

Davant les referències trobades sobre el tema, és pot dir que no és disposa de molta informació; inclús alguns estudis són molt recents. És per això que com a millora, cal una nova investigació sobre aquest àmbit que doni informació necessària per tal de datar amb seguretat les empremtes analitzades.

Després de la informació coneguda, i amb els antecedents presentats en l'apartat 7.1, la nova investigació podria iniciar-se en diferents superfícies, les quals siguin les més utilitzades en l'àmbit forense (fusta, rajola...), ja que aquestes aportaran resultats que s'adaptaran a les necessitats dels diferents casos. Cada anàlisi és farà de 24 hores en 24 hores durant un any per veure l'evolució de l'empremta segons les característiques de cada superfície. A més, és faran proves tant en llocs a l'exterior com a l'interior per tal d'observar el comportament de les empremtes amb factors ambientals. També s'estudiarà l'efecte de les diferències entre sexe i edat, les quals poden mostrar diferències significatives en els resultats. Amb aquestes dades és farà un anàlisi estadístic multivariant per tal de poder d'analitzar més variables i obtenir resultats més acurats. El mètode d'anàlisi serà portàtil (si és possible) per tal de pensar com s'ha dit anteriorment amb la feina de l'examinador en el lloc dels fets.

D'aquesta forma es pot tenir una evolució de la dactiloscòpia, a més d'aportar la identificació de persones, molt important en l'àmbit forense.

9.-REFERÈNCIES

- [1] Karu, K. and Jain A. K. "Fingerprint classification". Department of Computer Science, Michigan State University, Est Lansing (1995).
- [2] Ratha, N., Chen, S., and Anil K. "Adaptive flow orientation based feature extraction in fingerprint image". Department of Computer Science, Michigan State University (1995).
- [3] Hawthorne, M. R. "Fingerprints analysis and understanding". U.S.A. Editorial: CRC Press (2009).
- [4] Henry C. Lee and R. E. Gaensslen. "Advances in Fingerprint Technology". U.S.A. Editorial: CRC Press. (2001).
- [5] Pastor, S. B. "La lofoscopia y sus formas". Valencia. Editorial: Tirant lo blanch. (2015).
- [6] Cornago, M. y Estevan, S. "Química Forense". Madrid, Editorial: UNED. (2016).
- [7] History.com editors. (2019). History. "A bloody fingerprint elicits a mother's evil tale in Argentina". Recuperado el 2020: <https://www.history.com/this-day-in-history/a-bloody-fingerprint-elicits-a-mothers-evil-tale-in-argentina>.
- [8] Letra Roja. (2016). El Patagónico. "El felicidio de Francisca Rojas que dio inicio a la dactiloscopia". Recuperado el 2020: <https://www.elpatagonico.com/el-felicidio-francisca-rojas-que-dio-inicio-la-dactiloscopia-n1517918>.
- [9] Wikimedia Commons. (2020). Fiche Henri Leon Scheffer 9 mars 1902. Recuperat el 2020 de: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fiche_Henri_Leon_SCHEFFER_9_mars_1902.jpg.
- [10] Policie Scientifique. (s.d.) "Dossier Scheffer". Recuperat el 2020, de: <https://www.policie-scientifique.com/dossier-scheffer>.
- [11] Carvajal, G. (2011). Magazine cultural independiente. "El curioso caso de Will West y William West" Recuperat el 2020: <https://www.labrujulaverde.com/2011/07/el-curioso-caso-de-will-west-y-william-west>.

[12] Departamento de justicia de los Estados Unidos. “El libro de referencia de las huellas dactilares”. E.U. NIJ.

[13] Jleo. Interesante. (2018). “Gracias a estos señores West, Nació la historia de las Huellas Dáctilares”. Recuperat el 2020 de: <http://www.jleo.site/read/874>.

[14] Carranco, R. (2012). El país. “Crimen resuelto con 10 años de retraso”. Recuperat el 2020: https://elpais.com/ccaa/2012/08/07/catalunya/1344331233_932766.html.

[15] Criminologia. (2014). “Crímenes resueltos con ayuda de la tecnología”. Recuperat el 2020: <http://criminologiav7.blogspot.com/2014/07/crimenes-resueltos-con-ayuda-de-la.html>.

[16] Crimen + investigación. (2018). “Crímenes que se han resuelto gracias a los avances forenses”. Recuperat el 2020: <https://citv.es/blog/crimenes-se-resuelto-gracias-los-avances-forenses/>.

[17] Álvarez, M. (2019). La Vanguardia. “Richard Ramírez, el ‘Acosador Nocturno’: “Disfruto viéndoos morir””. Recuperat el 2020: <https://www.lavanguardia.com/sucesos/20190503/461999610371/richard-ramirez-acosador-nocturno-night-stalker-crimenes-asesino-los-angeles-ac-dc-las-caras-del-mal.html>.

[18] Stock, R. M. “An Historical Overview of Automated Fingerprint Identification Systems”. Department of Justice, U.S. Government Printing Office: Quantico (1987).

[19] Komarinski, P. with Higgins, P. and Higgins, K. Fox. “Automated fingerprint identification systems (afis)”. USA. Editorial: ELSEVIER ACADEMIC.

[20] Maltoni, D., Maio, D., Jain, A. and Prabhakar, S. “Handbook of Fingerprint Recognition”. London. Editorial: Springer (2009).

[21] Martínez, Á. L. “Identificación de individuos mediante comparación borrosa de elementos lingüísticos obtenidos a partir de impresiones dactilares”. Madrid: Tesis Doctoral.

- [22] Elvia, N. C. “Estandarización de las técnicas de revelado de huellas latentes en superficies porosas y no porosas”. visión criminológica-criminalística (2016).
- [23] Martínez, S. A. “El análisis químico de residuos de huellas digitales latentes. su posible aplicación en el proceso de datación”. Tesis Doctoral (2017).
- [24] Bernabeu, A. J. “El proceso integral de la huella dactilar”. Smashwords Edition (2018).
- [25] Armas, J. M. "Análisis comparativo entre técnicas modernas y tradicionales, que se utilizan para el revelado de huellas dactilares latentes, en la escena de crimen". Tesis de Grado. Universidad Rafael Landívar. (2016)
- [26] Muramoto, S. and Si, E. “Strategies for Potential Age Dating of Fingerprints through the Diffusion of Sebum Molecules on a Nonporous Surface Analyzed Using Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry”. Analytical Chemistry (2015).
- [27] Hinnners, P., Thomas, M. and Jin, Y. “Determining Fingerprint Age with Mass Spectrometry Imaging via Ozonolysis of Triacylglycerols”. Analytical Chemistry (2020).