



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN COMPUTACIÓN



Reconocimiento de la autoría de documentos manuscritos

Edith Cristina Herrera Luna¹

David Suárez Hernández²

Edgardo Manuel Felipe Riverón³

RESUMEN

El estudio de la escritura es un área en la que múltiples aplicaciones han tomado características de ellas para identificar y verificar la autoría de un documento. Varias disciplinas se han desarrollado para permitir un análisis adecuado de los elementos constitutivos de la escritura, el cual ha servido de base para desarrollar sistemas automatizados en los que se trabaja con el reconocimiento óptico de caracteres, para la Identificación de la autoría de documentos y la verificación de la escritura. El presente Reporte está conformado por la descripción de dos disciplinas que estudian la escritura: Documentoscopia y Grafoscopia; los elementos principales que las constituyen; las características que permiten identificar al autor de un texto manuscrito; y la síntesis de trabajos importantes relacionados con la escritura y la identificación del autor mediante el análisis automático de varias muestras de escritura y un software especializado.

Palabras Clave: Identificación de autoría de documentos; Análisis de escritura manuscrita, Documentoscopia, Grafoscopia.

¹ Alumna de la maestría en Ciencias de la Computación, CIC, cherrerab06@sagitario.cic.ipn.mx

² Alumno de la maestría en Ciencias de la Computación, CIC, dsuarezb06@sagitario.cic.ipn.mx

³ Profesor Investigador del CIC, edgardo@cic.ipn.mx

“Este reporte contiene información desarrollada por el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional a partir de datos y documentos con derechos de propiedad y por lo tanto su uso queda restringido a las aplicaciones que explícitamente se convenga.

La aplicación no convenida exime al Centro de su responsabilidad técnica y da lugar a las consecuencias legales que para tal efecto se determinen.

Información adicional sobre este reporte podrá obtenerse recurriendo a la Unidad de Publicaciones y Reportes Técnicos del Centro de Investigación en Computación del I.P.N., av. Juan de Dios Bátiz s/n, teléfono 5729-6000 ext. 56403, 56608 y 56610”.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	4
2. HISTORIA. ORÍGENES DE LA ESCRITURA	5
2.1 Disciplinas relacionadas con la escritura.....	7
2.2 Definiciones principales	9
2.2.1 Documentoscopia	10
2.2.2 Grafoscopia y Grafometria.....	11
2.3 Campos de estudio.....	11
2.4 Pericia Grafocritica y Pericia Documental	13
2.4.1 Objetos de estudio	13
2.5 Limitaciones de la Documentoscopia y Grafoscopia	14
2.5.1 Material inadecuado	14
2.5.2 Superposicion de trazos.....	15
2.5.3 Limitaciones en las tintas	16
2.5.4 Distanciamiento en tiempo de las muestras.....	16
2.5.5 Tipo del papel.....	17
2.5.6 Supresion de la escritura.....	17
3. CARACTERÍSTICAS DE LA ESCRITURA MANUSCRITA	17
3.1 Elementos formales	18
3.2 Elementos estructurales.....	19
3.2.1 Orden (Regularidad).....	20
3.2.2 Tamano (Dimension).....	21
3.2.3 Forma.....	23
3.2.4 Direccion	24
3.2.6 Velocidad.....	26
3.2.7 Continuidad (Enlaces)	26
3.2.8 Inclinacion	27
3.2.9 Espacios y Cortes.....	27
3.2.10 Angulosidad.....	28
3.2.11 Proporcionalidad.....	28
4. TRABAJOS REALIZADOS	29
5. OBJETIVOS	32
5.1 Objetivo General	33
5.2 Objetivos Especificos	33
6. CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS	35

1. Introducción

En la actualidad, los procesos de *identificación* y *verificación* de un individuo son tareas cotidianas que están presentes al utilizar una computadora (es común solicitar antes un nombre de usuario y una contraseña), al cambiar un cheque en un banco, para votar en un proceso de elecciones, al usar tarjetas de crédito, al matricularse como estudiante, al querer entrar a alguna área restringida, etc. Para comprender fácilmente las tareas que abarcan dichos procesos, podemos relacionar a la *identificación* con la respuesta a la pregunta ¿quién es X?, mientras que la *verificación* tiene relación con la pregunta ¿es X?

Muchos de dichos procesos son laboriosos y consumen mucho tiempo si se hacen manualmente, por lo que se ha optado por tomar soluciones automatizadas mediante un software que facilita llevar a cabo estos procesos con confianza, rapidez, sin subjetividad y dando un margen mínimo de error. Esto ha dado lugar a que el interés por las cuestiones biométricas crezca día con día. Recientemente el término *Biometría*¹ se utiliza para referirse a los métodos automáticos que analizan determinadas características humanas con el fin de identificar y autenticar a las personas [1]. Las técnicas biométricas más conocidas hacen referencia al uso de la escritura manuscrita (firma y texto), la huella digital, el uso de tarjetas plásticas y el reconocimiento de voz, etc. En los últimos años la combinación de varias técnicas ha tomado auge al ofrecer una mayor seguridad los sistemas que lo implementan. De igual forma, la identificación personal utilizando la escritura no solo es ya una medida de seguridad, sino que se ha extendido a otras áreas de estudio como por ejemplo, la Criminología.

Dentro de la Criminología, la escritura toma un papel importante en el área relacionada con la identificación de los autores mediante métodos forenses de anónimos, en la autenticación de documentos antiguos, en la verificación de la validez de documentos legales, etc.; incluso, se han desarrollado especialidades que estudian la escritura manuscrita y sus características con el fin de identificar a un individuo de otro, tales como la Grafología, la Grafoscopia, la Documentoscopia, etc.

Las formas en que se capturan las muestras para trabajar con software pueden ser al momento en que se escribe o mediante el escaneado de imágenes, de donde surge la clasificación en línea (*on-line*) y fuera de línea (*off-line*), respectivamente. Varias investigaciones sobre la identificación de los autores de textos manuscritos por medio de firmas están basadas en la captura en línea de la escritura.

En el presente reporte toma mayor importancia el estudio de las muestras de escritura capturadas fuera de línea y se describe la relación de dos importantes disciplinas dedicadas al estudio de la escritura que son la Documentoscopia y Grafoscopia, los elementos principales que las constituyen, así como las características fundamentales que permiten identificar al autor de un texto manuscrito. En la última sección se describen algunos trabajos de importancia relacionados con el análisis de la escritura y la identificación del autor por medio de una computadora y un software de aplicación, sobre la base de la captura escaneada de varias muestras de escritura.

¹ Ciencia que se encarga de estudiar estadísticamente las características cuantitativas de los seres vivos [1].

2. Historia. Orígenes de la escritura

La comunicación para el ser humano es una herramienta indispensable. El poder expresar sus necesidades, pensamientos, sentimientos, etc. ha provocado que se desarrollen a lo largo del tiempo diversas formas para transmitirlos. Actualmente, tanto la comunicación oral como escrita, son dos de las herramientas más poderosas con las que cuenta el ser humano.

Al comunicamos oralmente, la ambigüedad no se deja de lado, pues la transmisión y recepción de datos e información puede variar de acuerdo a los comunicadores, al ambiente, al canal o medio de transmisión, así como a su cultura. La información que se da de manera oral, en ocasiones puede dar lugar a malas interpretaciones o a modificaciones que cambian con el paso del tiempo, como cuando la información se transmite de generación en generación, pues sufre alteraciones que de momento pueden parecer insignificantes, pero para un estudio adecuado involucran inexactitudes en la interpretación genuina de los datos iniciales.

Por otro lado, la comunicación escrita mediante la escritura, tampoco puede considerarse libre de ambigüedades. Aunque las alteraciones que sufren los datos e información escritos son menores, gracias a la estructuración -a través de las diferentes culturas y aportaciones- de lo que hoy conocemos como escritura, podemos considerar que es una forma más exacta de transmisión y recepción de la información. La invención y el desarrollo de la escritura actual se han logrado después de un proceso a lo largo de miles de años, evolucionando *ideográfica* y *fonéticamente*².



Ilustración 1: Ceremonia de la Lluvia (Pintura rupestre de África del Sur)

Las pinturas rupestres que datan aproximadamente del año 30,000 a.C., son una de las primeras formas de representación gráfica que se conocen (Ilustración 1). Dichas pinturas probablemente servían para pasar información a un receptor que tal vez no era conocido o esperado, debido a la forma de vida nómada que se practicaba, o para hacer un llamado a la naturaleza y/o a los dioses de los que dependía el hombre.

De estos dibujos primitivos, surge el *Pictograma*, que es una representación gráfica sintetizada de objetos o ideas hechos sobre rocas, de los cuales las culturas siguientes los desarrollaron para darles a esos dibujos un significado contextual o agruparlos para representar conceptos.

² Ideográficamente se refiere a la expresión de ideas, mientras que fonéticamente es la representación de sonidos, de donde se demostró que la escritura ideográfica es antecesora de la escritura fonética.

Posteriormente, entre 20,000 y 6,500 años a.C., el grabado en huesos utilizando un sistema con mnemónicos fue otra forma de comunicarse. Los tratos comerciales entre ubicaciones alejadas o de mayor importancia necesitaban una forma de plasmarse y recordarse. Este tipo de comunicación consistía en bolas huecas de arcilla que contenían esferas, conos y cilindros más pequeños, los que describían lo que se contrataba. Otras transacciones se hacían utilizando una caña fina llamada cálamo en la que uno de sus extremos se cortaba con forma punta y con ella se dibujaba en algún soporte símbolos con la forma de una cuña, de un redondel y de un cono. Debido a que el soporte era una bola de arcilla, su forma no permitía que el plasmar los símbolos fuera sencillo, por lo que se vio la necesidad de encontrar una forma más simple que era aplastar la bola de arcilla y dibujar en las caras de ésta.

Este es un probable origen de la escritura cuneiforme, donde se prefieren los dibujos con forma de cuña o triangulares en vez de las formas cilíndricas y redondas (Ilustración 2).



Ilustración 2: Escritura cuneiforme. Tablilla de Ur (2900-2600 a. C.,) (Izquierda). Roca en la que se describe la restauración de Babilonia, realizada por un rey Asirio (679 a.C.)

El primer conjunto de símbolos que es considerado como escrito -y no solo una pintura o trazos- se atribuye a los sumerios de Mesopotamia y contiene caracteres ideográficos; estos caracteres son una evolución de los pictogramas donde cada símbolo refleja una idea, de ahí el nombre ideográfico.

Debido a los estudios realizados por muchos paleógrafos³, la escritura cuneiforme es considerada como la primera escritura. Investigaciones indican que esta escritura tuvo un gran auge por las antiguas civilizaciones, aproximadamente 1000 años antes de que aparecieran los pictogramas y jeroglíficos.

A la escritura cuneiforme le siguen la escritura jeroglífica en Egipto (Ilustración 3), la escritura del Valle del Indo y la escritura fenicia; aproximadamente en 1500 a.C. la escritura

³ Un paleógrafo es el especialista que estudia la escritura y signos de los libros y documentos antiguos. La disciplina relacionada a dichos estudios se conoce como Paleografía.

en China; en el año 800 a.C. el alfabeto griego. Aproximadamente en el año 80 d.C. se inicia la escritura Maya, aunque debido a la destrucción que sufrieron varios de sus escritos y códices se cree que pueden ser más antiguos (Ilustración 4) [1]; en 1400 d.C. la escritura azteca y así varias formas de comunicación escrita y diferentes alfabetos desarrollados a lo largo del tiempo, han permitido que la escritura, como la conocemos hoy en día, abarque diferentes aspectos para seguir desarrollándose para que los datos transmitidos perduren mucho más tiempo y con mayor fiabilidad.



Ilustración 3: Texto jeroglífico grabado en la tumba del faraón Merenptah



Ilustración 4: Escritura maya

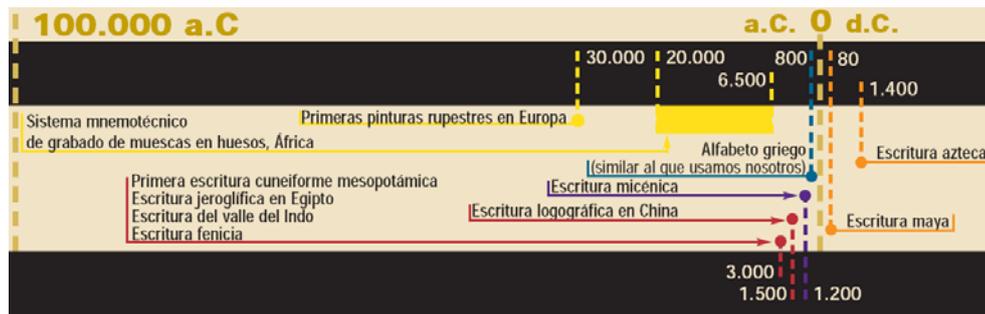


Ilustración 5: Línea del tiempo representativa de la escritura

Hasta hace algunos años, las máquinas de escribir hacían más clara la escritura y era una forma de estructurar documentos con mayor rigor que la escritura a mano. Actualmente los medios digitales permiten que la escritura adopte nuevas formas para ser interpretada y almacenada, dando lugar al constante desarrollo de la misma.

2.1 Disciplinas relacionadas con la escritura

Una de las características que permite que el estudio de la escritura sea tan interesante, es que constituye una marca individual; ninguna persona puede suplantar la escritura de cualquiera otra; por muy parecida que parezca a simple vista, siempre se encuentran los rasgos

personales que hacen que la escritura sea original y única. Además, su análisis completo y correcto permite obtener muchas características que diferencian la escritura, incluso de la misma persona, a lo largo de su vida.

Aún cuando la escritura es una herramienta cotidiana, no existe formalmente ninguna ciencia que la estudie; sin embargo, se han desarrollado muchas disciplinas que se han encargado de tomar características de ella y/o aplicaciones relacionadas con su estudio.

El primer nombre dado al estudio de la escritura fue el de *Grafología*, con el fin de hacer un análisis psíquico del autor; este término es el que muchos especialistas consideran el más adecuado para designar el estudio de la escritura. Actualmente, debido a la gran cantidad de disciplinas con que se relaciona, el término *grafología* se considera como el de una rama de dicho estudio, dando lugar al concepto genérico de *Grafotecnia* como la disciplina general que estudia la escritura.

Algunos ejemplos de las disciplinas relacionadas con la escritura son:

- **Grafología**

También conocida como *grafosicología*, es la disciplina que estudia la personalidad del individuo a través del examen de la escritura.

- **Grafofisiología**

Relaciona la escritura con la finalidad de tener un conocimiento de aspectos fisiológicos del autor del escrito.

- **Grafotécnica**

Disciplina orientada a la investigación del origen o procedencia de los documentos sobre los que se realiza un análisis, así como de su constitución y/o naturaleza.

- **Grafopatología**

Mediante el estudio de la escritura de una persona, se pretende detectar signos que preceden a alguna enfermedad, así como signos clínicos o alteraciones somáticas.

- **Grafoterapia**

Técnica terapéutica que tiene la finalidad de corregir la conducta y personalidad por medio de una re-educación escritural.

- **Grafoscopía**

Disciplina que analiza la escritura y la firma para identificar su origen.

- **Grafometría**

Agrupar las técnicas con las que se hacen mediciones a una escritura manuscrita, firma o trazo, para determinar su autenticidad, correspondencia, falsedad, entre otros aspectos.

- **Documentoscopía**

Disciplina que se encarga del estudio de los documentos para determinar su autenticidad, falsedad o alteración.

- **Caligrafía**

Disciplina que se encarga de estudiar la forma de hacer bella la escritura.

- **Grafocrítica**

Estudio del grafismo bajo un aspecto histórico o de autenticidad; se consideran dentro de esta disciplina los estudios de documentos modernos (a partir del s. XVI).

- **Diplomática**

Crítica o autenticidad del documento antiguo.

Estas disciplinas no son las únicas que tienen una relación con la escritura, ya que de acuerdo a la región geográfica o escuela predominante, se pueden considerar algunas como sinónimos, agrupaciones de varias de ellas o nuevas subdivisiones.

Hoy en día, estas disciplinas están tomando fuerza y credibilidad, pero aún no se ha conseguido que se consideren como ciencia, debido a la falta de unificación de las técnicas y de una definición exacta de las posibilidades que ofrece el estudio de la escritura, los trazos y demás variaciones.

2.2 Definiciones principales

La escritura es un concepto que no puede ser definido con gran exactitud o de una manera universal. Cada persona puede ver en la escritura una fuente de expresión del pensamiento, una forma de comunicación o algún otro medio o invento del hombre; sin embargo, muchas definiciones convergen con la idea de que es una representación del pensamiento mediante signos gráficos convencionales.

Algunas definiciones de términos relacionados con la escritura son:

- **Escritura.**- Es una representación gráfica de una lengua por medio de signos grabados o dibujados sobre un soporte. Del latín *scriptura*, es el sistema de signos o letras empleados para representar las palabras o las ideas trazados en papel u otra superficie [2].
- **Soporte** [2] .- Entendemos como tal al material en cuya superficie se plasman dichos signos, por ejemplo, papel, tela, cintas de video, disco compacto etc.
- **Útil de escritura.**- El elemento con el que se escribe.

Debido a que la escritura no es la única fuente de información a analizar, también se consideran a continuación los conceptos de trazo, rasgo, rúbrica, firma, documento y materia escriptoria:

- El **trazo** es cada una de las partes en que se considera dividida la letra escrita con la mano o manuscrita, según el modo de formarla. Se puede considerar el trazo como una línea o raya esencial de una letra [3]. Cuando una línea no es esencial se le denomina **rasgo**.
- Una firma es un trazo que identifica a una persona; generalmente es un nombre que va acompañado de una **rúbrica**. Es común que se encuentre al pie de un escrito para atestiguar que se es autor o que se aprueba su contenido.
- La **rúbrica** es el rasgo o rasgos de una figura que se añade a una firma. Puede estar diseñada por varios cortes de líneas, signos que carecen de algún sentido general, etc.

También puede ser definida como una firma corta, o como el rasgo o conjunto de rasgos de forma determinada, que como parte de la firma pone cada quien después de su nombre o título, y que a veces va sola, esto es, no precedida del nombre o título de la persona que rubrica.

- El **documento** es el escrito que contiene información y es considerado como documento manuscrito si se ingresa la información a mano. Actualmente, debido a los avances tecnológicos, existen procedimientos mecánicos y electrónicos que han ampliado el conjunto de posibles documentos, así como de soportes y útiles de escritura.
- **Materia escriptoria** es la materia física que ha servido para preservar la memoria científica, cultural y popular de la humanidad [3].

Debido a que se trabajará con el análisis de la **escritura manuscrita**, es importante definirla como la escritura que se ha hecho a mano⁴, es decir, principalmente nos enfocaremos a tratar documentos o textos manuscritos, ya sea para que se analicen la firma, las letras o los trazos encontrados en él.

2.2.1 Documentoscopía

Una de las disciplinas que está tomando mayor fuerza en cuanto al estudio y al análisis de la escritura es la *Documentoscopía*, también conocida como *Documentología*, la cual “es una disciplina relativa a la aplicación práctica y metódica de los conocimientos científicos, teniendo como objetivo verificar la autenticidad o determinar la autoría de los documentos [4].”

Otra forma de definir a la documentoscopía es la siguiente: “Técnica que trata de establecer, mediante una metodología propia, la autenticidad de escritos y documentos y determinar, cuando sea posible, la identidad de sus autores [5].”

Como podemos ver, en las definiciones anteriores se llega a un punto en común que es el de identificar al autor de un documento y en ambos casos se refieren a técnicas o métodos como el camino adecuado para realizar dicha tarea; sin embargo, en la segunda definición podemos notar un punto de suma importancia, que es la posibilidad de identificar o no al autor, es decir, existen muchas condiciones que pueden llegar a impedir el correcto análisis de un documento, de tal forma que se impida encontrar una respuesta a si es autentico o falso. A pesar de esto, la documentoscopía es una disciplina fuerte que crece día a día, desarrollando técnicas y tomando en cuenta los diversos factores del medio que afectan el tomar una decisión.

Para efectos del presente trabajo, definiremos *Documentoscopía* como:

“La disciplina que utiliza y desarrolla métodos para identificar o verificar la autenticidad de un documento, dando como resultado un reporte o análisis del documento mientras sea posible su estudio.”

⁴ No se confunda escritura manuscrita con escritura cursiva o “script”. La primera solo hace referencia a una escritura que se hace a mano, mientras que la segunda se refiere a un tipo de escritura, también hecha a mano, donde cada letra se une a las adyacentes dentro de una palabra o se separan, como es el caso de la escritura manuscrita que se hace con letras de molde.

2.2.2 Grafoscopia y Grafometria

Aunque la Documentoscopia es una de las disciplinas más reconocidas en cuanto al estudio de la escritura, se vale de otras disciplinas igualmente fuertes en cuanto al contenido e información que obtienen de la escritura. Dichas 'herramientas' son la Grafoscopia y la Grafometria.

Probablemente ambas disciplinas puedan ser tomadas como la misma o tener aspectos que comparten una con la otra; sin embargo, la Grafoscopia es la disciplina encargada de analizar la escritura y firma para identificar su origen, mientras que la Grafometria se encarga de agrupar las técnicas con las que se hacen mediciones a una escritura manuscrita, firma o trazo, para determinar su autenticidad, correspondencia o falsedad, entre otros aspectos.

Otra definición de Grafometria es la dada por [6], que la refiere como una técnica o un método analítico de manuscritos, que consiste en efectuar una serie de mediciones en el texto o documento, llevados a cabo sobre los grafismos o en los espacios entre estos y que posteriormente se interrelacionan entre sí para extraer unos resultados cuya aplicación puede ser dirigida a diferentes fines. Ambas disciplinas son indispensables para un buen análisis forense, razón por la cual su estudio va en aumento. El análisis Grafométrico es el estudio de la proporcionalidad en la escritura, se puede valer de hojas milimétricas y transportadores especiales para medir valores angulares; de igual forma existen hojas grafométricas especiales y microscopios para su uso en el estudio de la escritura y sus proporciones.

Algunas de las medidas realizadas por la grafoscopia y la grafometria son [7]:

1. *Relaciones entre letras.* Son las medidas de la altura media de los trazos de una palabra.
2. *Forma de la caja del renglón.* La caja del renglón es el rectángulo que engloba a una palabra y su forma es una de las medidas esenciales para reconocer a un autor. La caja del renglón puede tener forma paralela, convergente o divergente.⁵
3. *Valores angulares.* Son las medidas correspondientes a la inclinación de la escritura, ya sea de palabras, caracteres o trazos.
4. *Medidas correspondientes a signos de puntuación.* Como ejemplo de medida está la altura del signo de puntuación en relación con la base de la caja del renglón.
5. *Índices diametrales.* Son las medidas correspondientes a los diámetros mayor y menor de un ovalo.

2.3 Campos de estudio

Ya que la Documentoscopia tiene entre otros objetivos el de identificar al autor de un documento, esta disciplina combina los estudios de otras disciplinas y técnicas, por ejemplo, la Grafoscopia, la Grafometria, la Grafología, etc., permitiéndole así que pueda tener relación con varias áreas y un campo de aplicación muy amplio.

⁵ A la caja del renglón también se le conoce como caja de escritura. Las comparaciones realizadas en varias muestras de escritura de una persona se hacen con palabras de igual número de trazos.

Dichos campos o áreas de aplicación están relacionados directamente con el soporte, el útil de escritura, el propósito del análisis, los medios y métodos para realizar dicho análisis, etc. Su posible clasificación en ámbitos de actuación diferentes depende de ellos.

Una clasificación puede ser de acuerdo al tipo de documento con el que se cuenta y a la información que se desea analizar [8], por ejemplo, ver la Tabla 1.

Clasificación	Descripción	Ejemplos	Observaciones
Documentos manuscritos	Se integra el estudio de textos y firmas. Existe gran variedad en los documentos. El objetivo del estudio es validar lo escrito en el documento; por ejemplo el conocer si debe o no cumplirse un testamento, según que el resultado del estudio lo tome como auténtico o falso.	<ul style="list-style-type: none"> - Firmas en escritura notarial - Anónimos con amenazas - Firmas en letras de cambio - Textos en recetas médicas 	
Documentos mercantiles	Estudia las manipulaciones fraudulentas bajo las que el documento probablemente ha sido tratado.	<ul style="list-style-type: none"> - Cheques bancarios - Letras de cambio - Pagarés 	El documento fue borrado, añadido, intercalado, lavado con productos químicos, confeccionado íntegramente, etc.
Documentos de Identidad o Identificación	Se identifica su autenticidad parcial o total, ya sea de la información contenida en él como de la autenticidad del soporte o documento.	<ul style="list-style-type: none"> - Pasaportes - Actas de nacimiento - Títulos de viaje 	Cambios de fechas, fotografías, materiales del soporte, estampados, etc.
Documentos con textos realizados por procedimientos mecánicos	Se estudia el texto elaborado por medios tales como máquinas de escribir, impresoras, procedimientos de artes gráficas, etc.		No siempre es posible superar las dificultades encontradas debido a la tecnología empleada en las mismas; se necesita una gran precisión.

Tarjetas de crédito, billetes de banco, permisos de conducir, cupones y otros	El estudio principal es la autenticidad del soporte, como en el caso del papel moneda.	- Billetes falsos	
---	--	-------------------	--

Tabla 1. Clasificación del documento, según su análisis y propósito de estudio

Esta clasificación puede englobar documentos en varias áreas, pues puede ser un documento mixto, en el que se involucre tanto texto manuscrito como procedimientos mecánicos y en dicho caso, la clasificación del tipo y la elección de los procedimientos se elegirá en base a la información que se quiere analizar o verificar en el documento.

Por ejemplo, en la Criminalística, que es una disciplina que se relaciona con la aplicación de técnicas y conocimientos científicos en la investigación de hechos relacionados con el crimen, o que sea de interés indagatorio policial [9]. Dicha disciplina es un ejemplo de cómo la documentoscopia es utilizada como herramienta para realizar algunos de los estudios que necesita.

El campo de estudio de la documentoscopia es muy amplio, ya que no solo involucra una simple técnica o se requiere un método específico, sino que depende del propósito de estudio para elegir qué disciplinas están relacionadas y los métodos que se llevarán a cabo.

2.4 Pericia Grafocrítica y Pericia Documental

Entendemos como Pericia a la sabiduría, experiencia o práctica de alguna cosa, de ahí que un Perito Judicial es el profesional dotado de conocimientos especializados que da información y opiniones fundadas a los tribunales de justicia sobre los análisis que son materia de su especialidad [10].

Se conoce como Peritaje Informático [6] a los estudios e investigaciones orientados a la obtención de una prueba informática de aplicación en un asunto judicial para que sirva a un juez para probar la culpabilidad o inocencia de una de las partes.

La Documentoscopia engloba dos tipos de pericia bien definidas con un elemento en común: el documento. Dichos enfoques son:

- Pericia Grafocrítica.
- Pericia Documental.

A continuación se describirán ambos enfoques sobre la base de sus objetos de estudio y consideraciones principales.

2.4.1 Objetos de estudio

Dentro de la Pericia Grafocrítica, se estudia el documento tomando a la escritura manuscrita como objeto principal y considerando que ésta es una manifestación personal e irrepetible que representa y diferencia a un autor de otro.

Por algunos, la escritura es considerada como una gráfica biológica compleja en la que se integran sistemas e impulsos procedentes del sujeto, ya sean sensitivos, psíquicos, sensoriales, etc.

Otro elemento importante radica en considerar las disciplinas y técnicas que están relacionadas con el estudio del grafismo, como son la grafología, la grafometría, etc., ya descritas previamente. La Pericia Documental enfoca su estudio en el documento mismo, donde no interviene como elemento principal la interpretación de la escritura, sino que se estructura en dos etapas que son: observación y comparación.

La *observación*, en primer lugar, se hace de manera general para después hacer una observación detallada de los elementos detectados como importantes o de interés; esta última se auxilia de instrumentos técnicos de gran precisión, en los que pueden incluirse microscopios, lentes, sustancias químicas, cámaras, sensores, etc. La siguiente etapa es la comparación del documento con otros elementos auténticos que permitan tener una base de referencia. Uno de los primeros factores que se deben considerar es el espesor del papel y su tipo. Una herramienta para su medición es el papirómetro. Estas mediciones son las consideraciones básicas que regirán como medidas de seguridad para pruebas posteriores y de referencia para posibles recreaciones del documento.

La combinación adecuada de estos dos tipos de pericias, conforman el contenido principal del informe sobre el análisis del documento, describiendo las pruebas desarrolladas preferentemente en el orden en que fueron aplicadas. Se recomienda que este estudio e informe se trate de lo general a lo particular y de suponer al soporte del documento como auténtico, por lo que la primera prueba debe ser la de la verificación del soporte. En este punto, la interpretación del especialista y su objetividad darán la solución a diversos problemas, como por ejemplo, la imposibilidad de cotejar el documento, donde es preferible establecer trabajos y conclusiones con reserva a dejar de lado el estudio del objeto.

2.5 Limitaciones de la Documentoscopia y Grafoscopia

A pesar de que existen múltiples herramientas y métodos para llegar a un correcto análisis del documento, existen limitaciones que se originan o dependen de los materiales utilizados, de las ventajas de un método sobre el otro, del propósito del análisis, del estado del documento, etc. Para la grafoscopia, tampoco están resueltos todos los problemas del análisis, pues existían falsificaciones que para un experto resultaban un tanto evidentes; sin embargo, actualmente estas falsificaciones han presentado un mayor perfeccionamiento lo que hace que se tenga que realizar un estudio mucho más cuidadoso y complejo.

A continuación se describen brevemente algunas de las limitaciones, complicaciones y/o problemas de ambas disciplinas.

2.5.1 Material inadecuado

En cuanto a Pericia Grafocrítica [8]. Se refiere a un material inadecuado, cuando el objeto de estudio carece de los elementos suficientes para analizar las producciones gráficas. Algunos conflictos son:

- Falta o escasez de material gráfico, como puede ser escritura, firma, trazos, rúbrica, etc.

- Notar en primera instancia que el grafismo está siendo manipulado o es artificial, ocultando la verdadera gráfica del autor.
- Sobreescrituras, tachaduras o alteraciones escritas, que den poca información o interfieran demasiado en el escrito.
- Etc.

Estos son solo algunos de los casos comunes que hacen del estudio una tarea difícil. Estas alteraciones, sin embargo, no imposibilitan un análisis del documento en su totalidad, pues dependen en gran parte de la cantidad de información que contiene o de las muestras que pueden ser rescatadas, dando como conclusiones una hipótesis que debe ser incluida en el informe.

En relación con la Pericia Documental [8], se reconocen obstáculos referentes al material inadecuado tales como:

- Documentos consistentes en reproducciones tales como fotocopias. Debido a que se trabaja con el soporte, en realidad una fotocopia no permite hacer una valoración real ni permite emitir un juicio sobre el documento que se coteja, salvo algunas excepciones; esta muestra es evidente y suficiente para afirmar que se trata de un documento falso, por ejemplo, billetes de banco.
- Distanciamiento en el tiempo de las muestras de documentos. En estos casos se tienen muestras que se consideran que fueron realizadas después de largos periodos de tiempo una de otras; por lo tanto, es posible que muchos de los rasgos y comparaciones no sean exactos, especialmente cuando dichas muestras son la base para la comparación con una escritura actual.

2.5.2 Superposición de trazos

Como primer punto se puede pensar que para la Pericia Grafocrítica la superposición de trazos es una gran fuente de información debido a su estudio grafológico; en cambio, para la Pericia Documental es una de las limitaciones en la que su dificultad aumenta día con día. Al sobreponer trazos, un conflicto común se atribuye a la semejanza de los componentes de las tintas utilizadas, lo que dificulta el diferenciar una de otra. Para ambas pericias, se puede clasificar de acuerdo al tipo de superposición (Tabla 2).

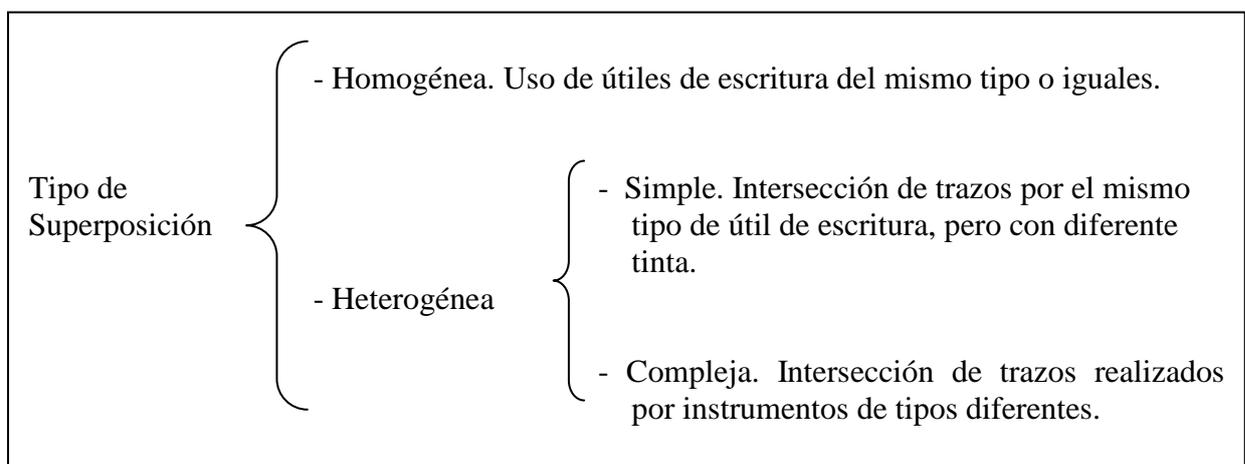


Tabla 2: Tipos de superposición de acuerdo a la tinta y el útil de escritura

La superposición que puede ser más difícil de resolver es la homogénea, debido a que no existe un método general o técnica que dé resultados 100% válidos sobre la separación de trazos o de tintas; sin embargo, existen diversas técnicas que intentan resolver algunos aspectos, tales como estudiar el documento por la composición de las tintas, observaciones en puntos iniciales y finales de la escritura, etc. Estas técnicas se describen más adelante.

2.5.3 Limitaciones en las tintas

Unas de las limitaciones sobresalientes que tiene la Documentoscopia en relación al manejo de las tintas son la antigüedad y la semejanza (o no) entre sus componentes. La superposición de trazos puede enfrentarse a un obstáculo menor si se conoce el tipo de tinta y sus componentes, ya que al conocerlos es posible utilizar técnicas que permitan detectar cómo fue realizado dicho trazo. En cambio, si no se conoce la tinta, es posible que al aplicar algún método destructivo se pueda alterar irreversiblemente el documento haciendo que la información contenida no sea adecuada para el análisis.

En cuanto a la antigüedad de las tintas, la limitación consiste principalmente en la comparación o cotejo entre las muestras. Existen dos tipos de edades referentes a la tinta; la primera de ellas es la *edad absoluta*, que se refiere al tiempo que ha transcurrido desde el origen de dicho documento hasta el momento del análisis. La *edad relativa* es la mayor o menor antigüedad de una tinta en relación con otra presente en el mismo documento. Estas dos edades permiten hacer un cotejo –en caso de ser necesario– con otros documentos, o para conocer si todo el escrito fue realizado al mismo tiempo. Por ejemplo, una de las utilidades es verificar si el escrito coincide con alguna fecha en que se supone se creó, lo cual es especialmente útil para pinturas antiguas o escritos valiosos por su antigüedad.

Muchas son las características o factores que pueden obtenerse de las tintas y que pueden ser analizados, como puede ser el tiempo de secado, de oxidación (se alteran los colorantes de la tinta, generalmente se asocia con un color oscuro), capacidad de la tinta (y documento) para reproducirse o copiarse, proceso de difusión (capacidad de los componentes de la tinta para difundirse por el papel a lo largo del tiempo), etc.

Debido a la gran cantidad de tintas y de útiles de escritura que existen, el número de combinaciones que se puede hacer con ellos evita que se tenga un método general para tratar las limitaciones de la documentoscopia; tener una tinta para ser analizada requiere de un gran esfuerzo y habilidad para que sea conservada en ambientes semejantes a los del documento original, si es que se quieren obtener buenos resultados en el análisis; de igual forma, los procedimientos químicos pueden alterar el contenido del documento o la consistencia de las tintas, haciendo esta tarea sumamente complicada.

2.5.4 Distanciamiento en tiempo de las muestras

El tiempo en relación con el momento aproximado o etapa de la vida del autor en que realizó el documento, puede significar un obstáculo importante, al hacer inadecuadas las comparaciones de varias muestras de escritura debido a que se considera que los rasgos gráficos evolucionan con el individuo.

Si un documento fue escrito en una edad temprana del autor y se pretende comparar el grafismo con una muestra de su escritura de 20 años después, no habrá garantías en los resultados. El distanciamiento entre las muestras y las diferentes etapas de la vida del autor, puede ser una barrera en la cual, si existen pocas muestras de escritura, constituya una

limitación que haga factible otro tipo de análisis que arroje resultados con un mayor nivel de certeza.

2.5.5 Tipo del papel

El tipo de papel de la muestra puede llegar a ser una complicación en el estudio que realiza la grafoscopia – y por consiguiente para la documentoscopia en la pericia grafocrítica -, debido a que se necesita en primer lugar realizar un estudio de la Contextura del Papel [7] que sirve para identificar entre dos documentos si se trata de la misma clase de papel o no.

Entre las características que comprende el examen se consideran las dimensiones del papel en décimas de milímetro, la anchura y espacio del rayado si existe, el espesor y peso del papel, el estudio de marcas de agua si existen, etc.

Otros exámenes deben realizarse para conocer la composición química del papel, ya que debido a estos análisis previos, es posible saber qué otros estudios pueden realizarse sobre la muestra original de escritura sin alterar su contenido o composición. Una complicación adicional es cuando se quiere conocer la edad del papel, puesto que factores como la humedad, calor, luz, etc. cambian su color y modifican su estructura haciendo que este cálculo sea muy inseguro.

2.5.6 Supresión de la escritura

Probablemente es una de las complicaciones de mayor dificultad, ya que diversas causas pueden hacer que alguna parte del texto en la escritura se altere o modifique, tratando de ocultarse por medios químicos o mecánicos.

Una de las técnicas que se utiliza es el *lavado* que consiste en desaparecer la escritura por medio de un procedimiento químico y se escribe encima, considerando que al especialista encargado del análisis no le interesa como fue el proceso químico sino saber que existen este tipo de supresiones de escritura.

Otras modificaciones al documento se hacen raspando zonas de él, introduciendo trazos, palabras o frases dentro del escrito para cambiar el significado del texto, cambios en la escritura por enfermedades o debido a la edad avanzada del autor, cuando se intenta hacer una falsificación por disimulo⁶, etc. Todos estos detalles hacen que en algunos casos los estudios realizados compliquen la tarea para el perito.

3. Características de la escritura manuscrita

En la escritura manuscrita podemos encontrar elementos formales y estructurales. Dentro de los elementos formales podemos considerar aquellos que constituyen las letras o palabras, como son los trazos, rayas, líneas, puntos iniciales y finales, etc.⁷, mientras que los elementos estructurales son aquellos que describen la escritura, tales como tamaño, orden, dirección, forma, etc.

⁶ Esta falsificación consiste en enmascarar la propia grafía generalmente para evitar alguna responsabilidad, por ejemplo en los anónimos.

⁷ Estos elementos fueron descritos en la Sección 2.2 Definiciones principales.

3.1 Elementos formales

Los elementos formales de la escritura son las diferentes partes de las letras [11].

- Óvalos. Parte central de la letra. (Ilustración 6)



Ilustración 6: Las flechas marcan los óvalos de algunas letras. Pueden comprender toda la letra, una zona de escritura o una parte de la letra.

- Crestas, astas o hampas. Parte superior de la letra (Ilustración 7).
- Ejes o jambas. Parte inferior de la letra (Ilustración 7).



Ilustración 7: Elementos formales de las letras
(1,2,4) Cresta. (3) Óvalo
(5) Ejes (6) Punto Inicial
(7) Punto final

- Punto inicial. Punto donde comienza la letra. Punto donde inicia la firma, el trazo o la palabra (Ilustración 7).
- Punto final. Punto donde finaliza la letra, la firma, el trazo o la palabra (Ilustración 7).

Conocemos como *zonas de escritura* a las partes en que se divide una palabra al trazarse de forma imaginaria dos líneas paralelas horizontales tangentes a las partes superior e inferior de las letras que no sobresalen, como la a, e, o, u, m, n. [3]. Las líneas paralelas generalmente se pueden ver como rectas; sin embargo, en casos particulares estas líneas toman una forma curva hacia abajo (concavidad), curva hacia arriba (convexidad), un poco onduladas (serpentina u ondulación), etc.

Las zonas de la escritura son una fuente muy importante de información, ya que algunas de las mediciones que sirven a diversos estudios, toman como base de comparación las medidas (alturas) de cada una de las zonas (Ilustración 8).



Ilustración 8: Ejemplo de zonas de escritura

- Zona Media. Es la parte central de la palabra; abarca completamente las letras minúsculas⁸ a, c, e, m, n, o, r, s, u, v, w, x. Se puede limitar la zona media tomando como base el tamaño promedio de los óvalos en la palabra y trazando dos líneas por la parte superior e inferior. (Ilustración 9).
- Zona Superior. Es la parte en la que se encuentran las crestas de las letras que conforman la palabra. (Ilustración 9).
- Zona Inferior. Haciendo la división basada en el cuerpo de las letras, es la parte en la que se encuentran los ejes -o parte inferior- de las letras. (Ilustración 9).

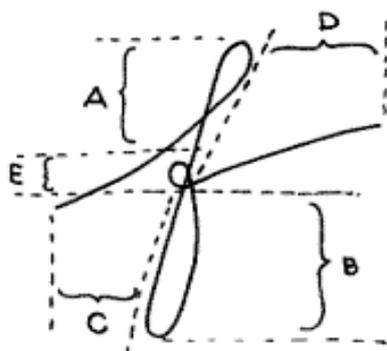


Ilustración 9: Zonas de la Escritura

- A. Zona Superior.
- B. Zona Inferior
- C. Trazo inicial
- D. Trazo Final
- E. Zona Media

3.2 Elementos estructurales

Los elementos estructurales han sido estudiados por años; cada especialista ha creado una clasificación en la que cada uno de los elementos puede ser aplicado a la escritura de una palabra, una línea, un párrafo, etc. y donde su interpretación se rige según el estudio y subdivisiones de los elementos.

La clasificación de mayor importancia y que ha servido de base para varios estudios posteriores, se debe a Jules Crepieux-Jamin (1859-1940) quien es considerado el padre de la grafología científica. Hizo rigurosos estudios sobre el método y sistema grafológico; a su vez, estableció el principio de que todo signo debe interpretarse en relación con el ambiente en que se manifiesta. Crepieux-Jamin desarrolló una clasificación de 7 géneros o especies, también conocidos como “Las siete leyes de Crepieux-Jamin”, donde engloba las características principales y existentes en toda escritura.

Dichos aspectos de clasificación han sido retomados por otros autores y englobados en nuevos aspectos, o se han creado clasificaciones según otras características, por ejemplo, Félix Del Val Latierro [7] hace una clasificación con 10 elementos, mientras que la grafóloga científica Susana Tesouro cita ocho leyes de interpretación grafológica [11] (Tabla 3).

	Crepieux-Jamin	Val Latierro	Tesouro
1	Orden	Angulosidad	Orden
2	Tamaño	Dimensión	Dimensión

⁸ Hay casos especiales en los que estas letras pueden abarcar otras zonas, por ejemplo, la ‘z’ y la ‘s’ pueden escribirse solo en la zona media o tener alguna prolongación hacia la zona inferior o hacia la zona superior.

3	Forma	Dirección y forma	Forma
4	Dirección	Enlaces	Inclinación
5	Presión	Inclinación	Dirección
6	Velocidad	Presión	Velocidad o Rapidez
7	Continuidad	Rapidez	Continuidad
8	-	Proporcionalidad	Presión
9	-	Orden, regularidad	-
10	-	Continuidad	-

Tabla 3: Clasificación para la interpretación grafológica. Estructura de los grafismos.

Como se puede observar, las 7 Leyes de Crepieux-Jamin son una sólida base que ha perdurado a través de los años a pesar de los avances en el estudio de la escritura. Recientemente se está considerando una clasificación de 12 elementos generales, basados en la clasificación de Crepieux-Jamin y su libro “*El ABC de la Grafología*”, donde permanecen algunas leyes de clasificación de especies⁹, pero rompe el esquema de los 7 géneros. Estos aspectos generales son: Movimiento, Forma, Presión, Espacio, Tamaño, Inclinación, Dirección de líneas, Orientación, Regularidad, Firmeza, Conexión y Apertura.

A continuación se presentan algunos conceptos e imágenes que describen las características (o especies) que se consideran más representativos de las diversas clasificaciones hechas.

3.2.1 Orden (Regularidad)

Se basa en la distribución y organización entre las letras, palabras, líneas, párrafos. Puede referirse al margen del texto, a la claridad de la escritura, a su legibilidad, si se presentan signos de puntuación, si es de fácil o difícil lectura, si hay regularidad en el texto, si es simple o con rasgos ornamentales, si es tipográfica, cursiva, de molde, etc. (Ilustración 10).

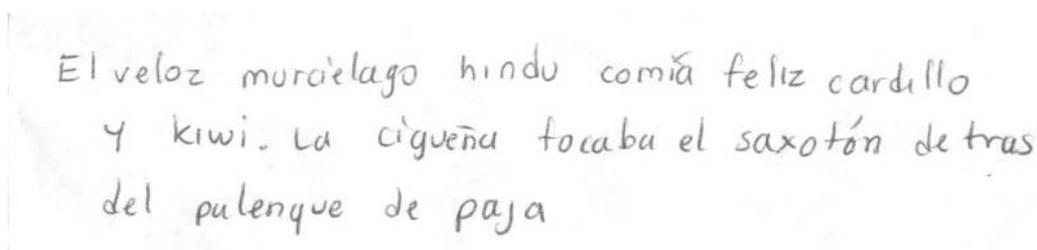


Ilustración 10: Escritura que puede considerarse legible, de fácil lectura

⁹ Frecuentemente se refieren como especies a los elementos estructurales de la escritura. En la obra de Crepieux-Jamin clásica toman este nombre.

3.2.2 Tamaño (Dimensión)

Es la amplitud de la escritura o del espacio que ocupan las letras en la palabra o las palabras en el renglón, dada una medida establecida. Este aspecto es estipulado de acuerdo a la convención dada para el estudio. La base puede ser el tamaño de las zonas de escritura, el tamaño de la letra respecto a sus óvalos (letra pequeña menor a 2.5mm, letra mediana de 2.6 a 3.0mm, letra grande de 3.1 a 5.0mm), el tamaño de las mayúsculas (generalmente 3 ó 4 veces el tamaño del óvalo), etc. [12].

De igual forma se considera si el texto tiene una zona de escritura única, esto es, que la persona escribe del mismo tamaño las letras mayúsculas y minúsculas, escribe sólo con letras mayúsculas, o cuando en la escritura no existen las crestas ni los ejes de las letras que normalmente los tienen (Ilustración 11).

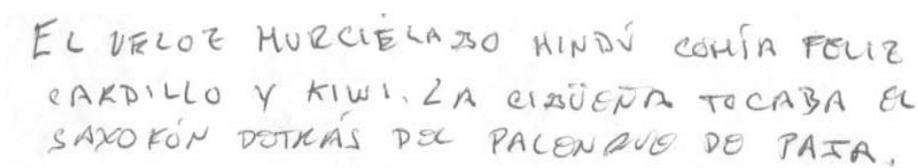


Ilustración 11: Escritura con mayúsculas

Algunos autores hacen referencia a esta clasificación como elementos separados, por ejemplo, Val Latierro considera las clasificaciones *Dimensión* y *Proporcionalidad* tomando rasgos tales como [3] [11]:

- Dimensión. Aumento o disminución de tamaño al final de la palabra o línea (creciente/decreciente), altura de la caja¹⁰, simplificación o alargamiento de rasgos finales e iniciales, etc.
- Proporcionalidad. Espacios entre letras, palabras y renglones, tamaño de unas letras en relación con otras, proporción entre la anchura y la altura de la letra (Ilustración 12), letras sobresalientes, letras encimadas, trazos muy juntos, etc.

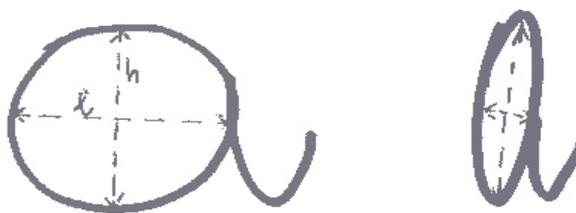


Ilustración 12: La proporcionalidad puede referirse a la forma de los óvalos de las letras

Ejemplos de dimensiones:

- *Dimensión gladiola*. Se reconoce cuando la altura de las letras disminuye hacia el final de la palabra (Ilustración 13).

¹⁰ Es común que se llame a la Zona Media de la escritura como Cuerpo o Caja de la escritura. Si se refiere a una palabra se le puede llamar cuerpo de la letra.

Sabiendo que ~~traemos~~
 caminos imposibles

Ilustración 13: En algunas palabras decrece su altura

- **Dimensión concentrada.** Las letras que conforman una palabra están muy juntas entre sí. (Ilustración 14).

Ilustración 14: Escritura Concentrada

- **Dimensión sobrealzada.** Tiene lugar cuando las letras altas son muy altas, es decir, las crestas de las letras son muy grandes¹¹. Generalmente su altura no es proporcional al ancho de la letra (Ilustración 15).

Ilustración 15: Ejemplo de escritura con dimensión sobrealzada. Como se puede observar, el tamaño de las crestas de las letras 'l' y 'r' son mayores que el tamaño del cuerpo de la letra; incluso algunas de las letras son mayores que las letras mayúsculas

- **Dimensión rebajada.** Esta escritura se caracteriza porque la diferencia de la altura de las crestas y los ejes es muy pequeña. (Ilustración 16).

Ilustración 16: Las zonas superior e inferior de la letra tienen una proporción pequeña en relación al cuerpo de la escritura.

¹¹ Generalmente la altura de la cresta de una letra es 2 ó 3 veces el tamaño del óvalo de la letra.

- *Dimensión creciente.* El tamaño de las letras al final de la palabra es mayor que al inicio de la misma. (Ilustración 17)

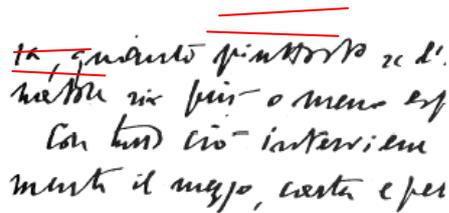


Ilustración 17: La escritura anterior presenta algunas palabras en donde la escritura es creciente

3.2.3 Forma

Se refiere a la forma del grafismo de un individuo, es decir, al tipo de su escritura. Existen diversas subdivisiones de este elemento estructural, las que prácticamente se agrupan de acuerdo a los rasgos que presentan las letras, tales como su forma angulosa, curva, tipográfica, complicada u ornamental, etc. Algunos tipos son [11]:

- *Angulosa.* Los trazos son duros con forma de triángulo. (Ilustración 18).

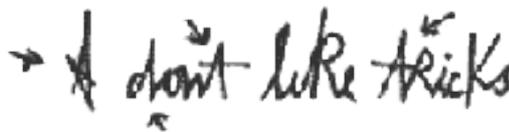


Ilustración 18: La letras L, I, T, muestran formas triangulares

- *Curva.* Los trazos predominantes en la escritura son curvos, con forma de arcos, lazos, bucles, guirnaldas, etc. (Ilustración 19).

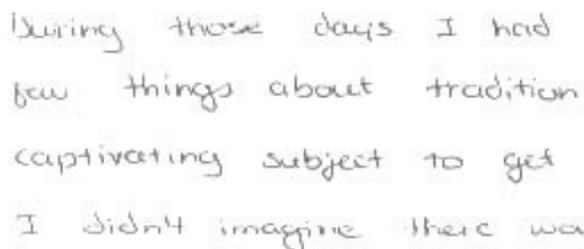


Ilustración 19: Escritura con forma curva

- *Adornada.* También conocida como orlada, esta escritura consta de varios trazos que forman parte de un adorno de la letra. (Ilustración 20)

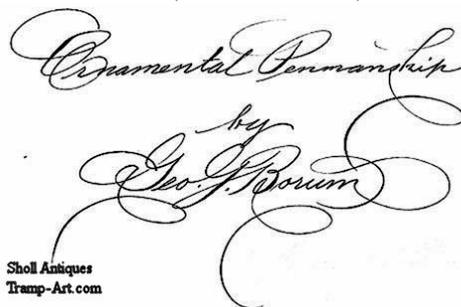


Ilustración 20: La forma de las mayúsculas es adornada y están compuestas por varios trazos

- *Tipográfica*. La forma de las letras son como de imprenta.
- *Filiforme*. Es la escritura en la que algunas letras aparecen hiladas sin constituir completamente una escritura cursiva. También se le da el nombre de escritura con forma de hilo. (Ilustración 21).



Ilustración 21: Tanto la escritura de la derecha como la de la izquierda tienen una forma de hilo ó filiforme, donde muy pocas letras se distinguen o sobresalen

3.2.4 Dirección

Su estudio depende de la trayectoria de las líneas de un escrito. En varios textos se hace referencia a la dirección de las palabras sobre un eje imaginario horizontal o bien a la dirección que toman las letras de manera individual (esto es en caso de no contar con el elemento de *Inclinación*).

El autor Val Latierro [3] [7] toma el elemento Dirección basándose en la caja de la escritura y en la dirección del movimiento, clasificando estas direcciones como:

- *Agitada*. Cuando la escritura presenta trazos en todas direcciones (Ilustración 22).

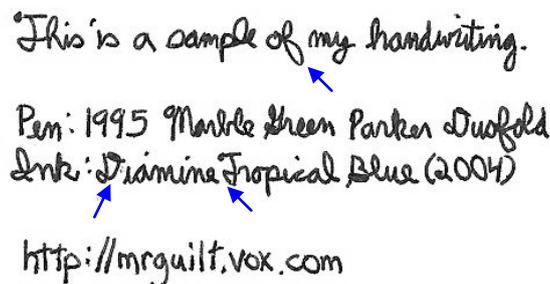


Ilustración 22: La dirección de las letras en sus ejes y crestas toma diferentes direcciones

- *Centrífuga*. Los finales de las letras o palabras se dirigen hacia la derecha (Ilustración 23).

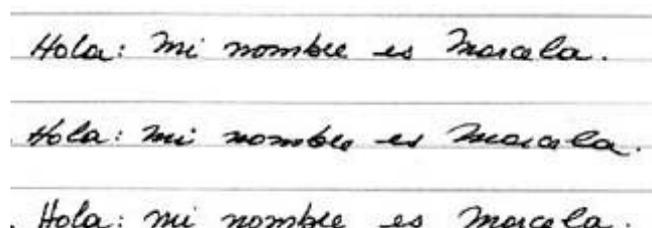


Ilustración 23: Las líneas de escritura muestran inclinaciones hacia la derecha

- *Centrípeta*. Los finales de las letras o palabras están dirigidos hacia la izquierda (Ilustración 24).

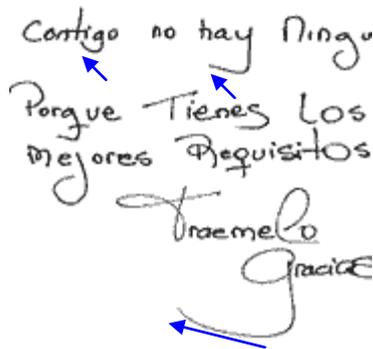


Ilustración 24: Escritura centrípeta

- *Sinuosa*. Es la escritura que tiene una ondulación ligera dentro de la caja de escritura de cada palabra (Ilustración 25).

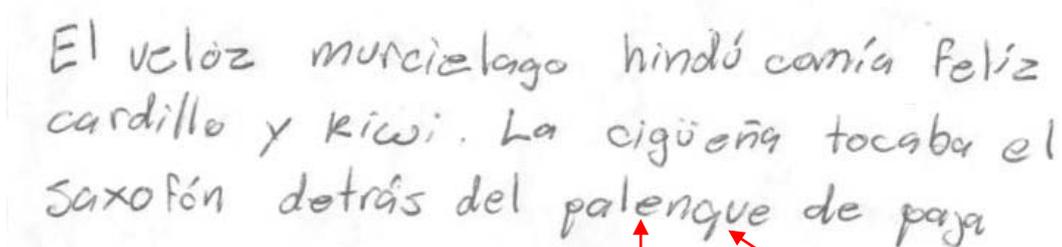


Ilustración 25: Escritura sinuosa.

- *Recta*. La dirección de la caja de escritura es una línea recta. (Ilustración 26)

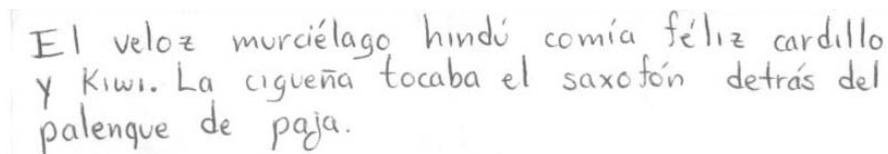


Ilustración 26: La base de la escritura es una línea recta

Otros tipos de dirección son [11]:

- *Serpentina*. La línea que siguen las palabras en un renglón (trazada imaginariamente basándose en la parte inferior de las letras) toma una forma ondulada. (Ilustración 27)

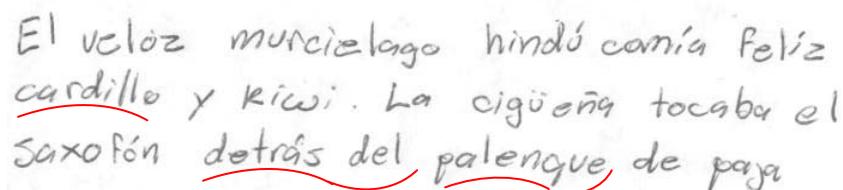


Ilustración 27: La línea base de la escritura tiene forma ondulada o forma de serpentina

- *Cóncava*. La línea base que forman las palabras es una curva abierta hacia arriba.

- *Convexa*. Semejante a la dirección cóncava, solo que la curva es abierta hacia abajo.
- *Descendente*. Esta dirección ocurre cuando la línea toma una inclinación que baja del renglón (Ilustración 28).

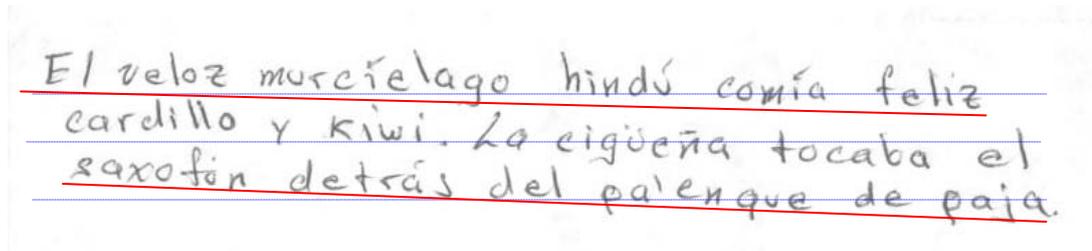


Ilustración 28: Las líneas de color azul son horizontales, mientras que las líneas rojas muestran la dirección que sigue la escritura, donde se observa que llegan más abajo del renglón

- *Intensidad de los trazos*. La brinda el contraste entre los trazos hechos con el útil de escritura y el brillo del soporte (Ilustración 29).



Ilustración 29: Izquierda. Escritura con presión normal. Derecha. Escritura con presión fuerte

3.2.6 Velocidad

Es el grado de rapidez con que se escribe, el que generalmente se mide en letras por minuto. Prácticamente se clasifica en Rápida, Media y Lenta. Una velocidad Rápida es considerada cuando se escriben entre 130 y 200 letras por minuto. La forma de la letra es sencilla, probablemente los trazos de una letra se unen con otros, existe una inclinación de los movimientos a la derecha, los puntos y acentos pueden estar adelantados a la letra, etc.

Una velocidad Media (Ilustración 30) es cuando se escriben entre 100 y 130 letras por minuto, mientras que una velocidad Lenta es cuando se escriben menos de 100 palabras por minuto. Probablemente en esta última los trazos son adornados, regulares y muy caligráficos.

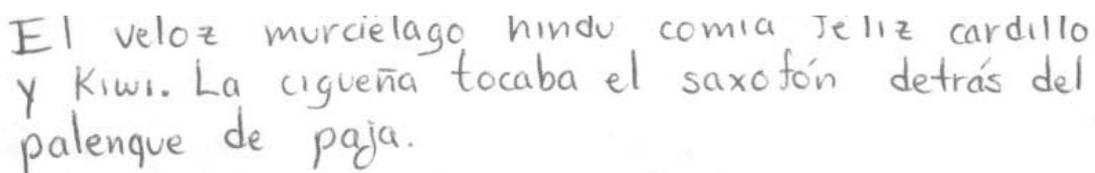


Ilustración 30: Escritura con velocidad media

3.2.7 Continuidad (Enlaces)

Es la característica que tienen las letras o palabras cuando las mismas se unen por algún trazo o que existe alguna separación entre ellas. La *Inclinación* de la palabra o letra en ocasiones es considerada en este elemento.

La forma de los enlaces permite hacer una subdivisión si la escritura es ligada, desligada, si se agrupa en algunas partes de la palabra o si se tienen algunos espacios grandes que dividen a una palabra. (Ilustración 31).

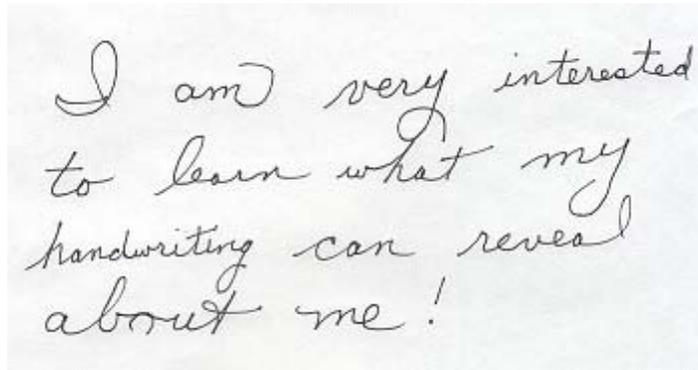


Ilustración 31: Continuidad

3.2.8 Inclinación

Es la tendencia de la escritura a proyectarse hacia la derecha o hacia la izquierda. Esta clasificación depende del autor, pues como se mencionó en Continuidad, este elemento puede ser una clasificación o una medición.

La forma de medir la inclinación es en relación al eje transversal de la letra, siguiendo la dirección de la misma, con una línea base (Ilustración 32).

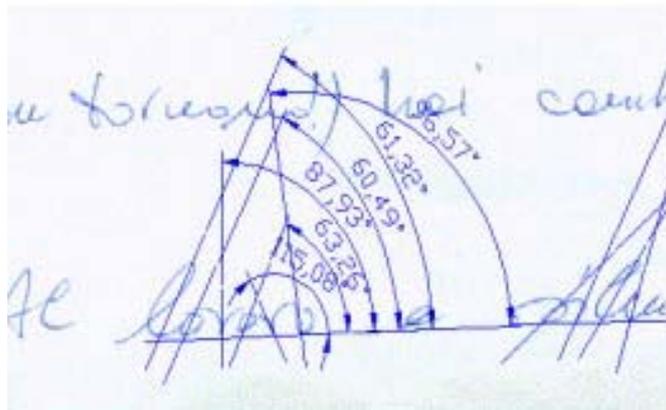


Ilustración 32: Diferentes ángulos de inclinación respecto a varios trazos que conforman las letras en la palabra

3.2.9 Espacios y Cortes

Los *espacios* son la separación que existe entre letras, palabras o líneas. Esta característica permite que se tomen diferentes medidas, según el interés del estudio.

Los *cortes* son los trazos involucrados en un mismo signo, letra, palabra, etc. (Ilustración 33).

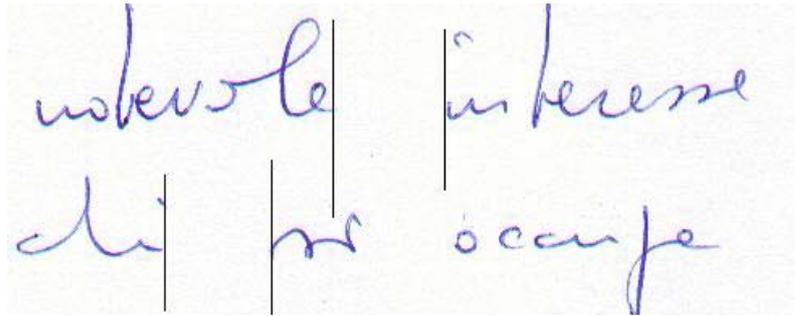


Ilustración 33: Espacios entre palabras

3.2.10 Angulosidad

Consiste en estudiar la forma que tienen las letras, es decir, si existe un predominio de curvas o de formas de ángulos, las terminaciones de las letras, el sentido de apertura de las curvas en cada trazo, etc. (Ilustración 34)

El veloz murciélago hindú comía feliz cardillo y kiwi. La cigüeña tocaba el saxofón detrás del palenque de paja.

EL VELOZ MURCIÉLAGO HINDÚ COMÍA FELIZ
CARDILLO Y KIWI. LA CIGÜEÑA TOCABA EL
SAXOFÓN DETRÁS DEL PALENQUE DE PAJA.

Ilustración 34: En la escritura superior, se puede observar que la forma que predomina es la curva y arcos. En la muestra de escritura inferior, se observan trazos más rectos y angulosos

3.2.11 Proporcionalidad

Esta característica puede basarse en los tamaños de las letras mayúsculas con respecto a las minúsculas; en las proporciones de las zonas de escritura (Ilustración 35), en los márgenes (Ilustración 35), en el espacio que ocupa un texto en relación al espacio para escribirlo, el tamaño de la firma o texto en un área determinada o limitada, la proporción entre las partes de las letras, etc.



Ilustración 35: Las proporciones de las diferentes zonas de escritura son consideradas como rasgos para identificar la escritura de un autor a otro

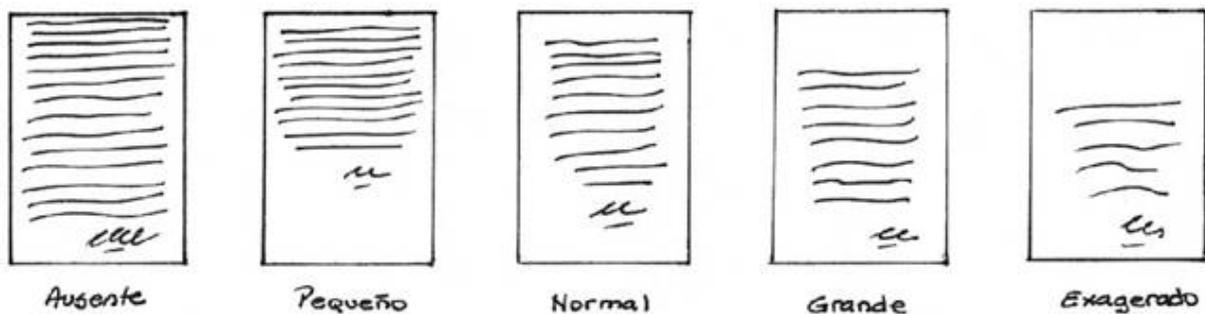


Ilustración 36: Cada cuadro anterior muestra una clasificación que se puede hacer de acuerdo al margen superior de la hoja con el texto

Generalmente, la proporcionalidad es útil para conocer los rasgos característicos de la muestra de escritura de un individuo; puede obtenerse una o varias medidas según el interés del especialista. Esta característica puede considerarse como una subdivisión del elemento *Dirección*.

4. Trabajos realizados

Actualmente una de las herramientas indispensables en cualquier campo de estudio es disponer de la información oportuna y su correcta interpretación. Muchas de las fuentes hoy en día generan resultados que permiten hacer un tratamiento digital de ésta, pero a pesar de eso existen grandes cantidades de información que aún dependen de la escritura manuscrita y su análisis.

Para los sistemas judicial y policial, la escritura manuscrita tiene una gran relevancia en la identificación de documentos dubitados¹², especialmente desde dos puntos de vista que son la verificación y la identificación [1].

Dentro del estudio de la escritura manuscrita por medio de computadoras, pueden identificarse dos áreas principales:

- Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR-*Optical Character Recognition*).
- Identificación y Verificación de la Escritura.

La primera se refiere principalmente a que de una muestra de escritura, se segmenten los caracteres o palabras de tal forma que el escrito pueda ser interpretado con algún dispositivo específico o con un formato preestablecido, por ejemplo, el software para *TablePC* u *Organizadores Personales*, entre otros.

Estas aplicaciones datan del año 1950; uno de los resultados de la primera conferencia en sistemas OCR del *National Institute of Standards and Technology* (NIST, EEUU.) demostró que era posible aplicar una gran cantidad de técnicas de reconocimiento de patrones para solucionar el problema del reconocimiento de caracteres, y en 1998 comenzó a desarrollar métodos para probar sistemas OCR en gran escala [1]. En los últimos años, los avances que se han tenido en el campo del Reconocimiento de Caracteres, han permitido que la identificación

¹² De dudoso origen [1].

de los autores y el análisis de la escritura sean más fiables, al dar altos porcentajes de reconocimiento (98 - 99%).

Por otro lado, la Identificación y la Verificación de la escritura consisten en encontrar métodos que de manera óptima permitan conocer al autor de un documento escrito, verificar la autenticidad del escrito o detectar si ha sufrido alteraciones, etc. Todas estas tareas no son fáciles de abordar debido a la gran variedad que existe de escrituras, pues se considera que cada persona tiene una escritura diferente; además, las variantes que se pueden hacer al escribir hacen que incluso personas especializadas en dichos estudios¹³ vean una tarea compleja en el análisis.

En cuanto al estudio de la escritura manuscrita para su verificación e identificación, se tienen avances que no cubren completamente el área de estudio, pero que han sido pauta para muchas variantes de algoritmos para identificación y verificación; en especial, se encuentran los desarrollos del Dr. Sargur N. Srihari [13][14][15].

Cabe mencionar que al igual que en el reconocimiento óptico de caracteres, se contemplan dos formas de captura de datos que son: *en línea (on-line)* y *fuera de línea (off-line)*¹⁴. Las técnicas forenses de análisis de la escritura se centran en la captura fuera de línea.

Dentro de la biometría, la escritura está tomando fuerza como una de las técnicas para identificar a un individuo, ya no solo considerando su firma como el único texto a verificar, sino la escritura en sí. Uno de los estudios más importantes que refiere a la escritura de un individuo como distinta a la escritura de otros, es el llevado a cabo por el Dr. Srihari donde crea una base de datos que consta aproximadamente de 1000 participantes quienes escribían 3 veces una carta en idioma inglés, en una hoja en blanco [15]. Basándose en una clasificación de características que llaman *convencionales* y *computacionales*, de acuerdo a si las medidas son las halladas por los especialistas o son obtenidas mediante un algoritmo –por ejemplo, software operando sobre una imagen escaneada-, se trabaja a nivel de análisis del documento completo, párrafo, línea, palabra y carácter.

Dichas características computacionales son la base del estudio realizado, subdividiéndose a su vez en microcaracterísticas y macrocaracterísticas, todas ellas relacionadas con alguna característica convencional (Tabla 4).

Medidas de presión del útil de escritura	1 Entropía de niveles de gris 2 Umbral del nivel de gris 3 Número de pixeles negros
Medidas de movimiento de la escritura	4 Número de contornos interiores 5 Número de curvas exteriores
Medidas de formación de los trazos	6 Número de componentes de pendiente vertical 7 Número de componentes de pendiente horizontal

¹³ Grafólogos, especialistas en Documentoscopia y Grafonomía, Criminalistas, etc.

¹⁴ La captura de datos en línea generalmente se vale de tabletas digitalizadoras y proporciona datos al momento, como son la presión de la escritura, la velocidad, el número de trazos, etc. La obtención de muestras fuera de línea se vale de varios tipos de escáneres para capturar la imagen del texto manuscrito, fotografías, etc.

	8	Número de componentes de pendiente negativa
	9	Número de componentes de pendiente positiva
Inclinación	10	Inclinación
Proporción de la palabra	11	Altura

Tabla 4: Las 11 macrocaracterísticas computacionales obtenidas (derecha) y su posible relación con las características convencionales

Las microcaracterísticas son aquellas que se obtuvieron en el nivel de análisis de caracteres: *Gradiente, Estructura y Concavidad* (GSC - *Gradient-Structure-Concavity*), las cuales fueron creadas para reconocer códigos postales [13][16]. De todas las características obtenidas¹⁵ y sus combinaciones, se desarrollaron diferentes experimentos en los que conforme aumentaba el número de participantes la eficiencia decrecía hasta un 78% aproximadamente con 1000 voluntarios. Los mejores resultados fueron obtenidos utilizando el análisis de caracteres.

Una investigación también de importancia se atribuye a Tan, Baker y otros [17] en la cual utilizando una identificación fuera de línea, crearon un algoritmo que era útil al analizar muestras de escritura independientes del texto y de cómo estaba distribuido. Este sistema, al considerar la independencia del texto muestra que se utiliza, toma una característica especialmente importante para el estudio forense, pues la información de la escritura de un individuo para su análisis es escasa. Sus muestras fueron tomadas de escrituras en hojas blancas en las que se aprecian distintas inclinaciones y separaciones del mismo texto; los investigadores utilizan técnicas para analizar las texturas, como son los filtros multicanal, matrices de co-ocurrencia de escalas de gris (GSCM- *Gray Scale Co-occurrence Matrices*), además de dos técnicas de clasificación que son las de distancias euclidianas ponderadas y el clasificador de “K-vecinos próximos”. [1]

La primera etapa consiste en la detección y corrección de la inclinación de las palabras, además de normalizar vertical y horizontalmente el espacio entre las líneas de escritura, mediante los perfiles de proyección horizontal y vertical. Estos perfiles consisten en una gráfica con el número de píxeles del objeto (píxeles negros) a lo largo de la línea horizontal o vertical, según corresponda. Con estas proyecciones es posible estimar la ubicación e inclinación de las líneas de escritura, utilizando los máximos de los picos de los histogramas. Para ello se toma una medida de diferencia entre los picos y la caída de la curva; la máxima diferencia corresponde a la dirección del ángulo de inclinación real que tiene la línea de escritura. Posteriormente, de la imagen normalizada se extraen bloques de texto de 128 x 128 píxeles y se aplican las técnicas para analizar las texturas ya mencionadas; al clasificar se identifica correctamente el 96% de los 150 documentos analizados.

En [1] se describe un sistema que intenta utilizar una combinación de algunas características reconocidas por el Dr. Srihari, pero trabajando con texto independiente a nivel de carácter. Dicho sistema trabaja con imágenes digitalizadas o fotocopias escaneadas a 300 puntos por pulgada (dpi - *dot per inch*); posteriormente se segmentan manualmente los caracteres que

¹⁵ Para conocer todas las características involucradas y sus combinaciones, consultar [1] y [15] así como sus referencias.

son almacenados en una base de datos en las que se asocian a un usuario registrado en el sistema, ya sea dubitado o indubitado¹⁶.

A las imágenes de caracteres se les hace un preprocesamiento hasta obtener la letra o texto en forma binaria; posteriormente se obtienen las características GSC y geométricas [15]. Utilizando la dirección del vector gradiente se aproxima a las direcciones ideales que son cada $\pi/6$ radianes, añadiendo una dirección para indicar un píxel de fondo (Ilustración 37).

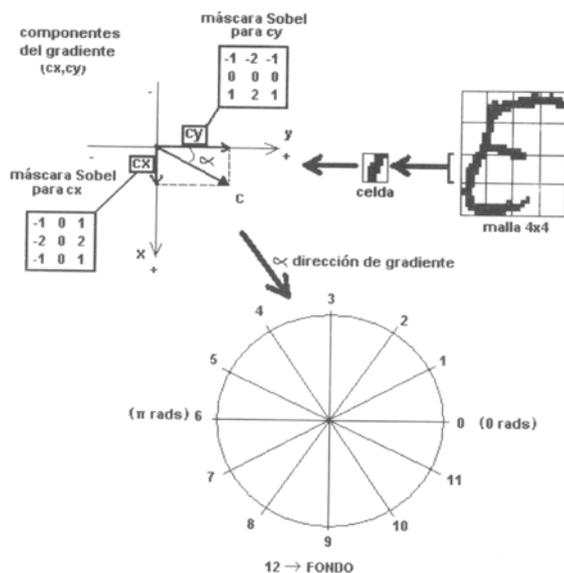


Ilustración 37: Uso de la dirección del vector gradiente

Una característica importante es la implementación de una *formulación tipográfica*, que es una técnica forense en el área de la identificación criminal que indica que no todas las letras son igualmente importantes para la identificación de un autor. Esta técnica se aplica reduciendo el número de caracteres y subclases de formas para cada letra, donde la imagen a clasificar primero se asigna a una subclase de la letra y después se clasifican según las subclases. El método de clasificación para la identificación que utiliza el sistema es el algoritmo del “Vecino más próximo”. Los experimentos realizados por este procedimiento fueron hechos con 1400 muestras de letras y 40 participantes, de los cuales 20 eran individuos indubitados. Los resultados obtenidos con el sistema favorecen a las características de gradiente con 20 individuos y una precisión del 100%, pero al utilizar todas las características se tuvo una precisión de 90%.

5. Objetivos

La realización del presente reporte tiene como objetivo principal, servir para la consulta básica en temas relacionados con la identificación de textos manuscritos y para dar una idea

¹⁶ El usuario indubitado es aquel registrado en la base de datos al que se le asocian diferentes muestras de letras que son auténticas o verificadas. El usuario dubitado es el que tiene asociadas muestras de un sospechoso; por tanto, es el individuo que debe ser identificado entre los del grupo de usuarios dubitados de la base de datos [1].

de las características que son importantes en la escritura, para realizar una correcta verificación del autor de un texto.

En primer lugar está el trabajo de tesis que nos proponemos desarrollar denominado *Identificación del autor de un texto manuscrito*, en el cual se pretende determinar características convencionales y computacionales sobre una muestra de texto dada, y a partir de las muestras previamente analizadas almacenadas en una base de datos, identificar la autoría de dicha escritura.

El objetivo general y los objetivos específicos de dicho trabajo son:

5.1 Objetivo General

Implementar un sistema para identificar al autor de un texto manuscrito por medio del reconocimiento fuera de línea de las características representativas de las muestras previamente recolectadas de escritura manuscrita contenidas en una base de datos.

5.2 Objetivos Específicos

- Elaborar una base de datos conformada por las muestras de escritura manuscrita y la firma de varios individuos.
- Analizar principalmente las zonas de escritura de las palabras en el texto.
- Obtener, identificar y seleccionar las características representativas de la escritura de un individuo, y generalizar el proceso mediante una metodología para usarse en otras aplicaciones.
- Identificar el vector de características necesario y suficiente para resolver el problema de la clasificación.

6. Conclusiones

La aplicación de las computadoras en el ámbito forense y criminalista se ha instaurado lentamente; el trabajo que se ha realizado en esta área aún es poco en comparación con la gran cantidad de problemas que aún no se resuelven de una manera automatizada y que evitarían la subjetividad para clasificar algunos casos.

La Documentoscopia es una disciplina en la que poco a poco se ha tratado de introducir el uso de computadoras para apoyar a los especialistas en el área. Los conocimientos en grafoscopia y grafometría –para efectos del presente- representan las herramientas con la que se resuelve los problemas de la identificación y la verificación en la pericia grafocrítica, evitando la confusión de cuál disciplina es subdivisión de otra, ya que formalmente ninguna debe ser confundida, sino estudiada de manera independiente. De estas disciplinas auxiliares podemos considerar una amplia gama de características que a grandes rasgos se dividen en convencionales y computacionales, dando origen a nuevas formas de medición y a la automatización de varias características de la escritura, lo cual es el propósito para varios estudiantes, especialistas e investigadores: dar a conocer las características más robustas con las que se puede identificar un escritor.

Por último, consideramos que el problema sobre la identificación y verificación de un texto manuscrito de manera automatizada y fuera de línea, poco a poco se ha intentado resolver; como ejemplo están los trabajos mencionados en la Sección 4; sin embargo, debido a que la escritura es un rasgo muy personal, hay que comprender que generar características convencionales o computacionales que discriminen la escritura de un autor a otro, no es tarea sencilla, incluso para una persona especializada.

Referencias

- [1] Tapiados Mateos, Marino. Sigüenza Pizarro, Juan A. et. al., “*Tecnologías biométricas aplicadas a la seguridad*”, 1ª Edición. Alfaomega Grupo Editor, México. D. F., ISBN 970-15-1128-X, (2005).
- [2] Diccionario de la Real Academia Española. 22ª Edición (2001).
- [3] Carro Maceda, Gonzalo. “*Grafoscopía Criminalística*”, Popocatepetl Editores, México 5ª Edición, (2005).
- [4] Del Picchia, José y Celso, “*Tratado de Documentoscopía: La falsedad documental*”, Ediciones La Rocca, Argentina (1993). ISBN 950-97-1450-4
- [5] Méndez Baquero, F., “*Documentoscopía*”, en Estudios de Policía Científica, División de Formación y Perfeccionamiento de la D.G.P., (1994).
- [6] Álvarez Sánchez, Francisco. “*Identificación de firmas y grafometría*”. http://www.grafoanalysis.com/appcc_documentacion.htm
- [7] Del Val Latierra, Félix. “*Grafocrítica. El documento, la escritura y su proyección forense*”, Editorial Tecnos S.A., Madrid 1963.
- [8] Jesús R. Toledano. “*Introducción a la Documentoscopía*”. <http://grafologiauniversitaria.com/DOCUMENTOSCOPIA.htm>
- [9] Moreno, G. R.: “*Temas de Criminalística*”, García R. S., Islas G. M. y Vargas C. A. Jornadas sobre Justicia Penal sobre Temas de Derecho Penal, Seguridad Pública y Criminalística. Universidad Nacional Autónoma de México, (2005).
- [10] Artículo: “*Peritaje Informático*”. *Wikimedia Foundation, Inc.* www.wikipedia.org
- [11] Susana Tesouro De Grosso, “*Grafología. Análisis e interpretación científica de la escritura*”, 1ª Edición. Editorial Kier, Buenos Aires, Argentina. ISBN 950-17-7011-7, (2006).
- [12] Ma. Jesús Escudero Villanueva. “*Grafología. El tamaño de la letra y el Carácter*”, *Discovery Salud*. http://www.dsalud.com/grafologia_numero11.htm (2006)
- [13] Srihari S. N., “*Recognition of handwritten and machine-printed text for postal address Interpretation*”, *Pattern Recognition Letters*, Vol. 14, No. 4, pp. 291-302 .ISSN 0167–8655 (1993).
- [14] Srihari, S. N., S-H. Cha, H. Arora and S. Lee, “*Individuality of Handwriting*”, *Journal of Forensic Sciences*, Vol. 47 No. 4, Paper ID JFS2001227_474. (2002).
- [15] S. N. Srihari et al., “*Handwriting identification: research to study validity of individuality of handwriting and develop computer-assisted procedures for comparing handwriting*”. Tech. Rep. CEDAR-TR-01-1, Center of Excellence for Document Analysis and Recognition, University of Buffalo, (2001).
- [16] Srikantan G, Lam SW, Srihari SN. “*Gradient-based contour encoding for character recognition*”. *Pattern Recognition*, Vol. 29, No. 7, pp. 1147 -1160 (1996).
- [17] H. E. S. Said, G. S. Peake, T. N. Tan and K. D. Baker, “*Writer identification from non-uniformly skewed handwriting images*”, in Proc. 9th. British Machine Vision Conference, pp. 478-487, (2000).