

Desarrollo de un descriptor computacional para la identificación, ubicación y segmentación de la firma manuscrita mediante visión por computador y redes neuronales convolucionales

Crónica diagnóstica de seis casos reales en el desarrollo de GrafoMetrics v5

Rodrigo Farías Veloso

Instituto de Ciencias del Grafismo Grafos · Santiago de Chile

Plataforma GrafoMetrics

Abstract

Automated signature detection in handwritten documents presents a harder problem than it first appears: a signature is not a fixed pattern but a highly variable graphic gesture whose only stable property is its function — closing a document, identifying its author. This paper documents the design and diagnostic evolution of an automated signature descriptor in GrafoMetrics v5, a computer-vision platform for handwriting analysis, from its original design discussion — framed as three distinct sub-problems (segmentation, spatial relation to text, and internal morphology) rather than one monolithic task — through six real production failures encountered during clinical use. Each case is presented with its root cause, the correction adopted, and visual evidence from the actual system output. The descriptor computes external geometry (position, distance to text, relative size), internal geometry (quadrant density, principal axis), and componential decomposition (flourish versus legible name, presence of given name and surnames) grounded in Vels' theory of the signature as a synthesis of the self. We report the chronicle as a legitimate form of scientific documentation, distinct from — but complementary to — corpus-validated studies, and discuss its place within a platform that today computes more than thirty handwriting descriptors.

Keywords: signature detection, computer-aided graphology, computer vision, convolutional neural networks, case chronicle, handwriting analysis

Resumen

La detección automatizada de la firma manuscrita plantea un problema más difícil de lo que parece a primera vista: la firma no es un patrón fijo sino un gesto gráfico de alta variabilidad cuya única propiedad estable es su función. Este trabajo documenta el diseño y la evolución diagnóstica de un descriptor automatizado de firma en GrafoMetrics v5, desde la discusión de diseño original —planteadas como tres sub-problemas distintos y no como una tarea monolítica— hasta seis fallas reales de producción detectadas durante el uso clínico. Cada caso se presenta con su causa raíz, la corrección adoptada, y evidencia visual del propio sistema en funcionamiento. Se reporta la crónica como una forma legítima de documentación científica y se discute su lugar dentro de una plataforma que hoy computa más de treinta descriptores de escritura.

Palabras clave: detección de firma, grafología computacional, visión por computador, redes neuronales convolucionales, crónica de casos, análisis de escritura

1. Introducción

La firma ocupa un lugar particular en la teoría grafológica. Vels (2010) la describe como una síntesis del yo: el punto del documento donde el escribiente condensa su autoimagen y afirma su voluntad de ser o de tener. En un texto de formación del Instituto de Ciencias del Grafismo dedicado íntegramente a la firma, Vels (s. f.) profundiza esa idea y la vuelve operativa para el diseño de un instrumento de medición: la firma revela preferentemente "la forma como elaboramos nuestra conducta" más que el comportamiento social que suele reflejar el cuerpo del texto, y dos de sus dimensiones resultan directamente relevantes para un sistema automatizado. La primera es el predominio de la forma sobre el movimiento, o viceversa: una firma de letras bien estructuradas remite a un ego que valora las apariencias exteriores y el reconocimiento social, mientras que el predominio del movimiento sobre la forma remite a un sujeto que no se siente cómodo en los patrones habituales de conducta. La segunda es el simbolismo diferencial del nombre de pila y de cada apellido, cuya presencia, tamaño o ausencia en la firma no es arbitraria sino que traduce el vínculo afectivo con las figuras que ese nombre evoca. Para la pericia caligráfica forense, además, la firma es objeto de identificación y verificación de autoría, un campo donde la extracción algorítmica de rasgos ha demostrado niveles de individualización estadísticamente robustos (Srihari et al., 2002).

GrafoMetrics contaba en versiones anteriores con un descriptor de firma que se perdió durante una migración de infraestructura, del que solo se conservaba memoria de que analizaba cuadrantes, densidad de trazo y distancia respecto de la última línea de texto. Este trabajo documenta su reconstrucción completa: primero la discusión de arquitectura que la precedió, y después los seis episodios reales en los que esa arquitectura se puso a prueba y falló, entre junio y julio de 2026, durante el uso clínico de GrafoMetrics v5.

2. El diseño: tres preguntas disfrazadas de una

El desarrollo de este descriptor se inició, de manera deliberada, con una discusión de arquitectura antes que con una línea de código —un método de trabajo que este equipo ha mantenido en todo el desarrollo de la plataforma (véase también Farías Veloso, 2026a, sección 4, sobre la exigencia de validación previa al despliegue). La primera observación fue que "la firma" en realidad plantea tres preguntas de naturaleza distinta, y que tratarlas como una sola es lo que suele volver frágiles a los sistemas grafológicos automatizados: dónde está la firma (segmentación), cómo se relaciona con el texto (geometría espacial: distancia, tamaño relativo, posición) y qué hay dentro de ella (morfología: rúbrica, nombre, apellidos, densidad por cuadrante).

Sobre esa base se definió una arquitectura por capas, ordenadas de menor a mayor complejidad y costo computacional. Las primeras dos capas —geometría de la firma respecto al texto, y cuadrantes internos— se resuelven con visión por computador clásica: OpenCV y NumPy, sin redes neuronales, con resultados deterministas y reproducibles. La tercera capa, la descomposición entre rúbrica y nombre legible, usa heurísticas geométricas sobre componentes conectados: la rúbrica tiende a ser el trazo de mayor extensión horizontal y mayor número de cambios de dirección por unidad de longitud; el nombre, componentes de tamaño comparable a las letras del texto principal del propio evaluado. Una cuarta capa, reservada para cuando el sistema conoce de antemano el nombre completo del evaluado, contempla lectura dirigida más que reconocimiento genérico. Se decidió explícitamente no entrenar una red neuronal propia para clasificar tipos de firma en esta etapa: el argumento decisivo no fue solo la falta de un corpus etiquetado suficiente, sino que la visión por computador clásica entrega resultados citables y auditables —un cálculo geométrico se puede justificar página por página contra la teoría grafológica; el score de una red entrenada, no—, y esa auditabilidad es la que sostiene toda la validación académica que este proyecto persigue.

La única red neuronal que sí participa en el pipeline no clasifica firmas: es la misma red de detección de palabras manuscritas (una arquitectura convolucional tipo WordDetectorNet) que usan el resto de los descriptores de la plataforma para segmentar la escritura en unidades léxicas. El descriptor de firma hereda esas cajas de palabra como insumo y aplica sobre ellas la lógica de las capas descritas arriba. Esta dependencia de un componente corriente arriba resultó ser, como se verá, una fuente recurrente de fragilidad.

Dieciséis parámetros, algunos del canon y algunos nuevos

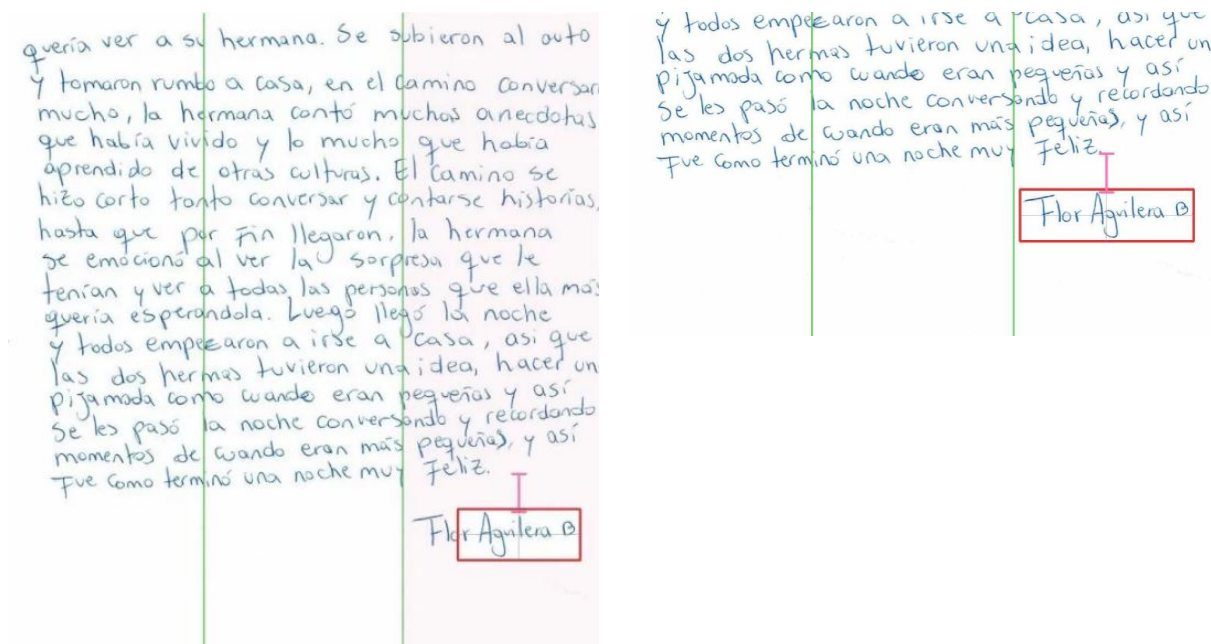
A partir de la revisión de nueve firmas reales aportadas como muestra de calibración —con variabilidad amplia: firmas de solo rúbrica, solo nombre, nombre más rúbrica, y una en particular con un único punto como remate— se definió un conjunto de dieciséis parámetros candidatos. Trece derivan directamente del canon grafológico operacionalizado por Vels (2010, s. f.): predominio por zona alta/media/baja, continuidad o fragmentación del trazo, predominio anguloso versus curvo, asimetría izquierda-derecha, tachadura del propio nombre, subrayado, encerramiento, punto terminal, orientación de la rúbrica, y la coherencia entre firma y texto medida como una diferencia en cinco dimensiones —una métrica que revela si la persona es coherente entre su yo público y su yo profundo, o si hay una disociación entre ambos—. Tres parámetros no provienen de ningún manual de grafología: velocidad gráfica estimada por longitud de esqueleto sobre área, dimensión fractal del trazo, y un embedding de imagen reservado para investigación futura. Su inclusión respondió a un principio explícito de trabajo de este equipo: que la mirada externa —de un ingeniero, o de un sistema de IA sin formación grafológica— puede enriquecer un paradigma clínico establecido sin reemplazarlo. El precedente directo es el conteo de líneas de escritura, hoy un descriptor consolidado de la plataforma, que no figuraba en ningún manual clásico y fue incorporado por sugerencia externa antes de demostrar su utilidad.

3. Crónica de casos

Se presentan a continuación los casos en orden cronológico, cada uno con la evidencia visual que produjo el propio sistema. Las figuras muestran las salidas reales del descriptor: los recuadros de captura, las líneas de medición y los valores numéricos que el motor imprime en cada encabezado. Los evaluados se identifican por iniciales.

Caso 1 — Flor Aguilera B. (junio). Cuando la firma es solo un nombre

El selector entonces vigente elegía un único fragmento "ganador" por complejidad topológica y expandía la caja hacia la derecha, dejando fuera el nombre de pila cuando la firma era el nombre manuscrito completo, sin rúbrica gráfica añadida. El sistema capturaba solo el apellido y calculaba los cuadrantes sobre la mitad de la firma real. Bajo el marco de Vels (s. f.) descrito en la sección 1, esto no era un error menor: si el nombre de pila porta un significado afectivo independiente del resto de la firma, un sistema que lo descarta sistemáticamente introduce un sesgo de contenido, no solo de forma.



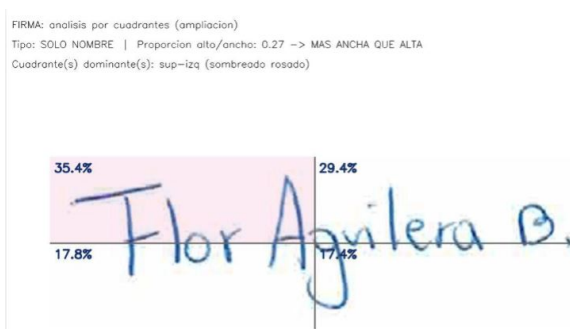
Antes: la caja de captura no alcanza el nombre completo.

Después: crecimiento de región 2D captura la firma entera.

Corrección: la captura se rediseñó como crecimiento de región en dos dimensiones sobre toda la zona inferior, agrupando por cercanía horizontal con tolerancia amplia en vertical, sin privilegiar ningún fragmento por su complejidad antes de tener el conjunto completo. Sobre esa captura completa, el sistema separa después sus componentes en rúbrica y nombre legible. El efecto sobre el análisis por cuadrantes, antes y después de la corrección, se aprecia en la figura siguiente.



Cuadrantes calculados sobre la firma incompleta.



Cuadrantes recalculados sobre la firma completa.

Caso 2 — A. E. (2 de julio). La firma que la zona absoluta no alcanzaba a ver

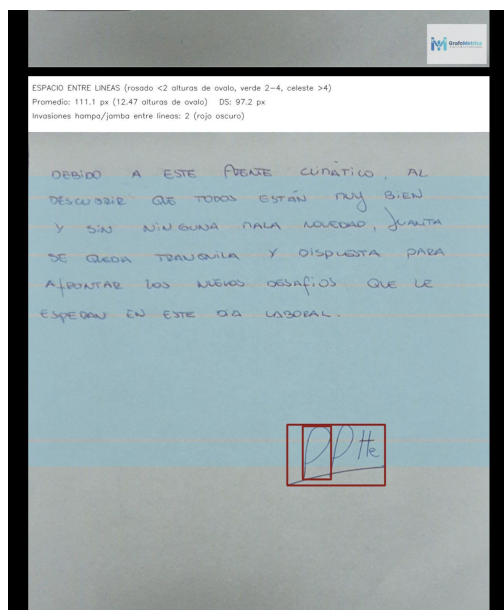
La zona de búsqueda se definía como un porcentaje fijo de la altura de la página (bajo el 55 %). En un documento con texto breve, la firma quedaba naturalmente más arriba, dentro del cuerpo de la página, y ese umbral absoluto la dejaba fuera. **Corrección:** la zona pasó a definirse en relación con el final del texto, no con la altura total de la hoja, cuando el sistema logra identificar con confianza la línea de la firma.

Caso 3 — M. R. (4 de julio). Cuando el criterio de selección premia lo que no debe

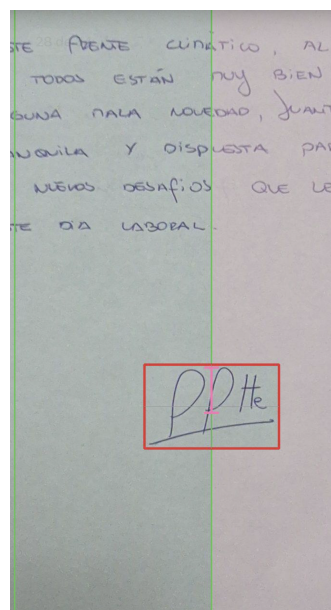
El puntaje que elegía entre los grupos candidatos favorecía el ancho del trazo. Una línea de texto ordinaria es, casi por definición, más ancha que una firma; cuando esa última línea caía dentro de la zona de búsqueda, el selector la prefería por sobre la firma real. **Corrección:** se introdujo una compuerta previa que descarta los grupos con forma de línea de texto —muchos trazos pequeños, ancho superior a la mitad de la página, inicio cercano al margen izquierdo— antes de puntuar por altura y complejidad, ya no por ancho.

Caso 4 — L. O. Dos problemas distintos en una misma hoja: ubicar y segmentar

Este caso resulta especialmente ilustrativo de la separación conceptual planteada en la sección 2, porque exhibe de forma independiente las dos primeras preguntas del problema. En la primera imagen, el sistema *ubica* la firma correctamente al pie de la hoja —el recuadro rojo la rodea— pero la *segmenta* mal: el borde derecho de la caja corta el trazo por la mitad, dejando fuera su remate final. Ubicación correcta, segmentación incorrecta. Son fallos de naturaleza distinta y con consecuencias distintas: un error de ubicación invalida las métricas de distancia y posición; un error de segmentación invalida las métricas internas —los cuadrantes, la densidad, la proporción alto/ancho— porque se calculan sobre una porción arbitraria del gesto.

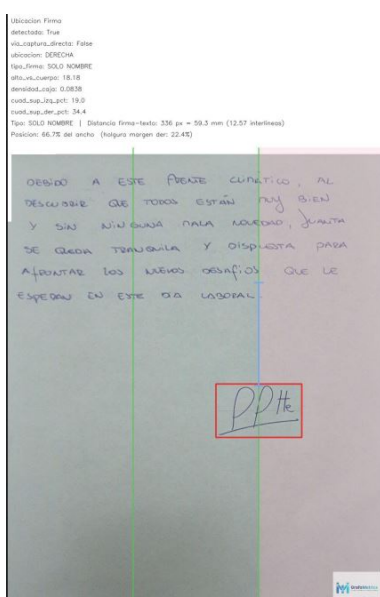


Antes: la caja de captura secciona la firma y excluye su remate. Las métricas internas quedan calculadas sobre un fragmento.

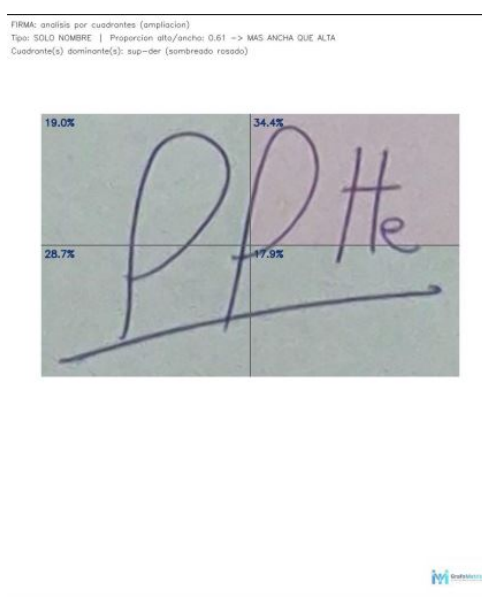


La misma hoja en la vista de ubicación: el recuadro sí encuentra la firma, pero arrastra el mismo defecto de borde.

Corrección: el crecimiento de región descrito en el caso 1, junto con la tolerancia vertical amplia, permite que el remate del trazo —separado del núcleo por un espacio mayor que el que separa dos letras— se incorpore al mismo bloque. El resultado tras la corrección se muestra a continuación, con la firma completa y sus cuadrantes recalculados sobre el gesto íntegro.



Después: ubicación y captura completas, con distancia al texto y posición horizontal reportadas en el encabezado.



Después: cuadrantes internos calculados sobre la firma entera; el cuadrante dominante ya es representativo del gesto real.

Caso 5 — E. F. (7 de julio). Cuando la propia firma contamina su punto de referencia

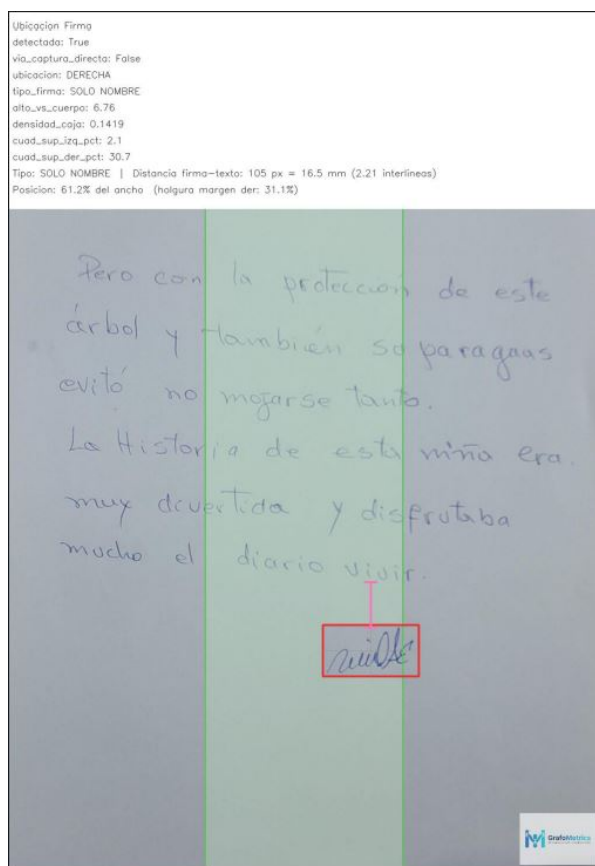
Firmas de gran altura, repartidas por el detector de palabras en tres o más índices de línea, hacían que el tercio superior de la propia firma se incluyera por error en el cálculo del final del texto. La compuerta que exige que la firma esté "debajo del texto" terminaba rechazando a la propia firma. **Corrección:** cuando el sistema ya identificó con confianza la línea de la firma, el cálculo del final del texto se restringe estrictamente a las líneas anteriores a ella.

Caso 6 — A. L. (9 de julio). El número de identificación que no es parte del gesto

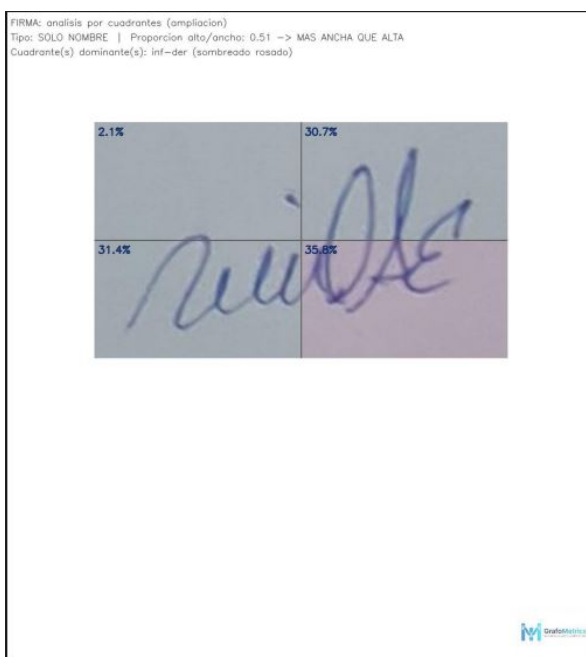
Bajo muchas rúbricas se escribe un número de identificación o una fecha. Una primera versión del filtro agrupaba el bloque completo por superposición vertical, y cuando el remate del trazo de la rúbrica descendía hasta la fila de esos dígitos, ambos quedaban protegidos como si fueran un solo gesto. **Corrección:** el nuevo criterio ignora la caja del trazo principal y agrupa únicamente los fragmentos pequeños por cercanía de sus centros verticales; una banda de varios fragmentos pequeños, angostos y fuera del cuerpo central de la rúbrica se reclasifica como aclaración numérica, no como firma.

4. Dos casos correctamente resueltos

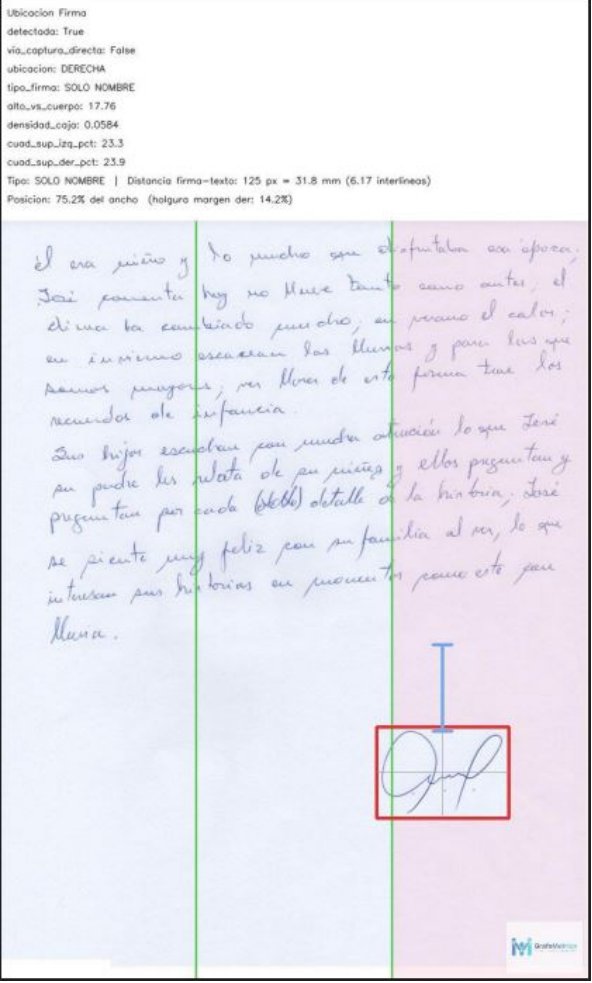
Tras las seis correcciones documentadas, se ilustran dos casos representativos del funcionamiento actual del descriptor sobre firmas de solo nombre, mostrando en cada uno la ubicación respecto del texto y la descomposición por cuadrantes.



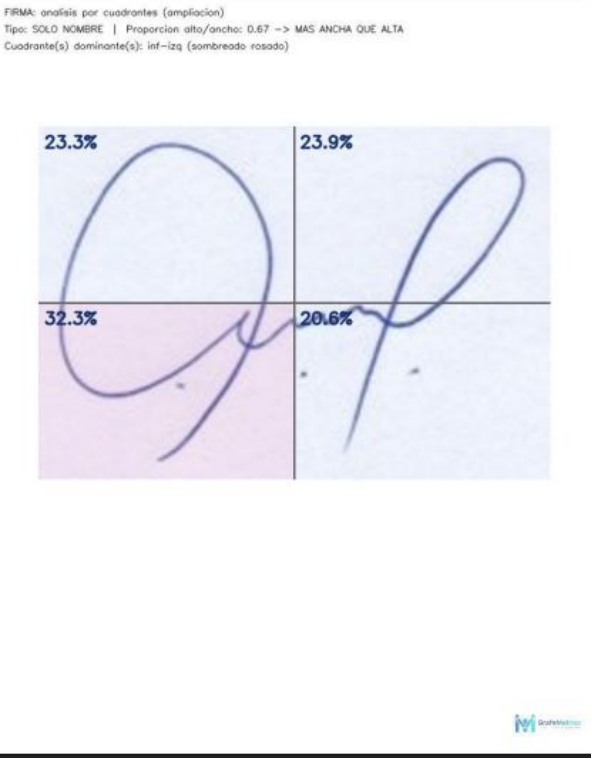
Caso 7. Ubicación de la firma: recuadro rojo, distancia al texto medida en interlíneas (flecha magenta), franjas de margen (verde).



Caso 7. Cuadrantes internos con porcentaje de densidad de tinta por cuadrante y cuadrante dominante señalado.



Caso 8. Firma más elaborada, con rúbrica que envuelve el nombre; ubicación y distancia al texto correctamente resueltas.



Caso 8. Los dos lazos de la rúbrica quedan repartidos entre cuadrantes superior e inferior derecho, información que se reporta por separado.

5. Qué mide el descriptor, en su estado actual

Con las correcciones descritas ya integradas, el descriptor de firma entrega hoy tres familias de métricas, con prefijo *SIGN_* en la base de datos para no interferir con las columnas existentes de la plataforma.

Familia	Qué mide	Interpretación clínica de referencia
Geometría externa	Posición horizontal y vertical en la hoja; distancia a la línea de texto	Clínica: línea de texto, respectiva de apropiación de tamaño de la firma
Geometría interna	Densidad de tinta por cuadrante; centro de masa respectivo	Cualitativa: centro geométrico como principio de orientación y (Ponderación) prelación
Descomposición	Presencia y proporción relativa de rúbrica y de nombre	Región: ubicación de movimiento (des)simbolización de significado

De los dieciséis parámetros propuestos en la fase de diseño (sección 2), los descritos arriba están implementados y validados por los seis casos de esta crónica. El resto —predominio anguloso/curvo, tachadura del nombre, subrayado, encerramiento, punto terminal, coherencia firma-texto en cinco dimensiones, y los dos parámetros exploratorios de velocidad estimada y dimensión fractal— quedan definidos en el diseño y pendientes de implementación e incorporación al banco de validación, siguiendo el mismo protocolo de un cambio a la vez descrito en Farías Veloso (2026a).

6. Integración con el resto de la plataforma

El descriptor de firma no opera de forma aislada. GrafoMetrics computa hoy más de treinta descriptores grafométricos sobre la escritura —márgenes, inclinación, presión aparente, cohesión, hampas y jambas, puntos de

la í, gradiente de fatiga, dimensión fractal del trazo, entre otros—, y la firma se define, precisamente, en relación con varios de ellos: su tamaño se compara contra la altura promedio de las letras del texto, su distancia se normaliza por el interlineado, y el piso de texto que delimita dónde termina la escritura y comienza la zona de firma es compartido con el descriptor de márgenes documentado en Farías Veloso (2026a). Un descriptor de firma bien resuelto depende, en consecuencia, de que el resto de la cadena de descriptores esté correctamente calibrada — y viceversa: varios de los casos documentados en esta crónica tienen su causa raíz no en el descriptor de firma sino en componentes situados corriente arriba, en particular en la segmentación de palabras que alimenta prácticamente a todos los descriptores de la plataforma.

7. Discusión

7.1. La crónica de casos como forma de evidencia

Los seis episodios documentados no permiten una inferencia estadística: no hay grupo control, no hay muestreo aleatorio, y la *n* de fallas observadas depende enteramente de qué evaluados llegaron al sistema en ese periodo. Su valor es de otro orden. Cada caso deja un registro verificable de una falla real, con fecha, causa identificada y corrección aplicada, en el propio lugar donde vive el código que la resuelve. Esa trazabilidad es la misma exigencia epistémica descrita para el caso del descriptor de márgenes (Farías Veloso, 2026a), aplicada aquí a un problema de naturaleza distinta: no un sesgo estadístico en una medición continua, sino una sucesión de falsos negativos en una tarea de detección.

7.2. Detección versus medición

Medir un margen es un problema de regresión sobre puntos ya identificados; el error se manifiesta como un número sesgado. Detectar una firma es un problema de clasificación sobre una región cuya existencia y límites no se conocen de antemano; el error se manifiesta como una ausencia —la firma no se encuentra— o como una intrusión —se incluye algo que no le pertenece—. Ambos tipos de error exigen estrategias de validación distintas, lo que explica por qué este descriptor ha requerido, hasta ahora, una respuesta caso por caso en vez de un ajuste paramétrico único.

7.3. Limitaciones

A diferencia del descriptor de márgenes, este trabajo no reporta una validación cuantitativa sobre corpus con medición antes/después en cada caso. Los seis episodios provienen del registro cronológico mantenido en el código fuente de producción y se presentan como crónica diagnóstica, no como estudio experimental. Esa validación cuantitativa —correr el descriptor completo sobre un banco amplio de firmas reales y medir tasas de falso negativo y falso positivo antes y después de cada corrección— queda declarada como trabajo pendiente.

8. Conclusiones

Se documentó el diseño y la evolución diagnóstica de un descriptor automatizado de firma para GrafoMetrics, desde la discusión de arquitectura que lo precedió —la separación deliberada entre segmentación, geometría espacial y morfología interna— hasta seis fallas reales consecutivas, cada una con causa raíz identificada y corrección aplicada sin regresión sobre los casos previos. El ejercicio confirma que la detección de la firma manuscrita es fundamentalmente un problema de clasificación bajo alta variabilidad de forma, y que su maduración como instrumento clínico requiere, en esta etapa, un régimen de corrección dirigido por casos, documentado con la misma exigencia de trazabilidad que las mediciones continuas de la plataforma.

Referencias

- Auné, J. (s. f.). *La cruz simbólica de Max Pulver* (R. Farías, Adapt.). Instituto Grafos. <https://www.grafos.cl/Articulos/LacruzsimbolicadeMaxPulver.pdf>
- Farías Veloso, R. (2026a). Corrección de un sesgo de medición en el descriptor automatizado de márgenes gráficos: Detección, diagnóstico y validación sobre un corpus de 58 muestras manuscritas mediante visión por computador. Instituto de Ciencias del Grafismo Grafos.
- Farías Veloso, R. (2026b). *GrafoMetrics v5: Documentación técnica del motor de descriptores grafométricos* [Documento interno]. Instituto de Ciencias del Grafismo Grafos.
- Srihari, S. N., Cha, S.-H., Arora, H., & Lee, S. (2002). Individuality of handwriting. *Journal of Forensic Sciences*, 47(4), 856–872.
- Vels, A. (2010). *Escritura y personalidad: Las bases científicas de la grafología* (8.ª ed.). Herder. (Obra original publicada en 1961)
- Vels, A. (s. f.). *Seminario sobre grafopsicología de la firma* [Material de aula virtual, lección 10]. Instituto de Ciencias del Grafismo. <https://www.grafos.cl/AulaVirtual/GCN1/lecturas/Lecturasleccion10/seminariografopsicologiafrima.pdf>

Nota sobre las imágenes. Todas las figuras provienen de salidas reales del sistema en producción y se reproducen con autorización de los evaluados. Los casos se identifican por iniciales, salvo el caso 1 (Flor Aguilera B.), donde la firma consiste en el nombre manuscrito y por tanto no admite anonimización sin destruir la evidencia que la figura ilustra.

Nota metodológica. A diferencia de Farías Veloso (2026a), este artículo no reporta una validación cuantitativa sobre corpus. Los seis casos documentados provienen del registro cronológico mantenido en el código fuente de producción y se presentan como crónica diagnóstica, no como estudio experimental.

Nota sobre metodología de desarrollo. El diseño de arquitectura, la implementación y el diagnóstico de los seis casos documentados en este artículo se realizaron mediante colaboración iterativa entre el autor y un asistente de inteligencia artificial (Claude, Anthropic), bajo dirección y validación clínica del autor en cada decisión de diseño e interpretación grafológica.

Conflicto de intereses. El autor es director del Instituto de Ciencias del Grafismo Grafos y desarrollador de la plataforma GrafoMetrics descrita en este trabajo.