

LA DATACIÓN DE LAS TINTAS DE BOLÍGRAFO: Estado de la cuestión

Ponencia – Coloquio: 22 de junio de 2018

Ponente: Dr. Manuel Romero Tallafigo
Coloquio: Dra. Teresa Espejo Arias
Coordinación: Dra. M^a José Mártir Alario



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE DOCTORES Y LICENCIADOS EN FILOSOFÍA Y LETRAS Y EN CIENCIAS
DE GRANADA, ALMERÍA Y JAÉN
Sección de Pericia caligráfica

LA DATACIÓN DE LAS TINTAS DE BOLÍGRAFO: Estado de la cuestión

Ponencia – Coloquio: 22 de junio de 2018

Edita: Ilustre Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y Ciencias de Granada, Almería y Jaén.

C/ General Narváez, 1. 18002 Granada.

www.codoli.com; info@codoli.com

© Manuel Romero Tallafigo

La datación de las tintas de bolígrafo. Estado de la cuestión.

ISBN: 978-84-921997-5-4

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta obra puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo impresiones, grabaciones magnéticas o cualquier almacenamiento de informaciones sistema de reproducción, sin permiso previo de los titulares del copyright.

INTRODUCCIÓN

El pasado 22 de junio de 2018 tuvo lugar en la sede del Colegio Oficial de Doctores y Licenciados de Granada, Almería y Jaén una conferencia- coloquio organizada por la Sección de Pericia Caligráfica sobre el estado de la cuestión de la datación de documentos a través del envejecimiento de las tintas de bolígrafo, en la que intervino como ponente el catedrático de Ciencias y Técnicas Historiográficas de la Universidad de Sevilla Dr. Manuel Romero Tallafigo, y moderó el posterior debate la Dra. Teresa Espejo Arias, profesora titular de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada. La motivación de la organización del acto fue para actualizar la respuesta a consultas que nos llegaban de compañeros y abogados sobre este asunto y el grado de fiabilidad de estos informes. Y este fin coincidió con el estudio que el profesor Romero Tallafigo recientemente había realizado sobre la literatura científica en investigación de datación de tintas de bolígrafo y cuyo resumen presentamos a continuación.

Aunque el objetivo de la conferencia se centró en las tintas de bolígrafo, el debate se extendió al análisis de las tintas en documentos históricos, en los que a pesar de presentar diferencias muy sensibles respecto al número de sus componentes, sí comparten factores que condicionan y limitan la posibilidad de una datación lo más aproximada al momento de su ejecución, como nos ilustró la Dra. Teresa Espejo Arias, especialista en la restauración de documentos históricos y obra gráfica.

Actualmente vivimos unos tiempos en los que las peticiones por parte de abogados para constatar o negar la fecha de la firma o texto que obra en un documento se han disparado, depositando unas amplias expectativas en los informes de análisis de tintas como solución a sus demandas, cuando el estado de las investigaciones no se ajusta a la realidad en muchos casos. La práctica de la datación de tintas difiere mucho de la imagen que se



transmite desde el cine o series como CSI, y aún queda un largo trayecto para alcanzar ese nivel, por tanto es necesaria una revisión periódica de la marcha de las investigaciones en este campo para evitar no solo la generación de expectativas irreales, sino también en defensa de una seguridad jurídica y de un comportamiento científico ético.

El estudio de las tintas a efectos de datación gira en torno a dos líneas generales de investigación, la composición de los elementos estables por una parte, o el envejecimiento de sus componentes. El primer caso sirve para establecer un punto temporal concreto, coincidente con la fecha de aparición del componente, muy útil para resaltar anacronismos, o para cotejar distintas tintas entre sí. El segundo enfoque se basa en los cambios que experimenta la tinta desde que se deposita en el documento (no mantiene estabilidad), y el grado de deterioro (pérdida de propiedades, cambio de color...) que permite determinar si es reciente o no. Esta segunda vía es en la que se centran muchos de los métodos de datación, y especialmente aquellos que tratan de averiguar el tiempo de evaporación de los solventes, sobre todo del compuesto fenoxietanol, un disolvente contenido en muchas de las tintas de bolígrafo existentes en el mercado. Sin embargo los resultados aún no son del todo satisfactorios y fiables, si se exceptúan aquellos casos en los que la presencia de este componente es alta, lo que se suele denominar como “tinta fresca”, que abarca un marco cronológico de tres a cuatro o cinco meses desde que se depositó en el papel; los distintos métodos que se aplican en datación parecen funcionar hasta los dieciocho a veinticuatro meses como máximo, pero conforme se incrementa el tiempo de envejecimiento las posibilidades de datación por esta vía no son seguras, a la vez que la ausencia del solvente tampoco permite establecer una conclusión sobre la edad debido a la posibilidad de haber sometido el documento a un proceso de envejecimiento acelerado.

El problema de la datación por medio de las tintas radica en múltiples factores y condicionantes que intervienen en la aceleración o retardo del envejecimiento de la tinta, los cuales son necesarios conocer para comprender el alcance de la cuestión. Entre ellos destacan:

- La composición. Es difícil en las tintas contemporáneas conocerla porque los fabricantes no la facilitan y existen una gran cantidad de productos en el mercado, por tanto no hay bases de datos disponibles salvo dos excepciones, en USA y Alemania y no de todas. Es



necesario averiguar los componentes porque cada uno se ha de analizar por separado y con una técnica de puesta a punto en laboratorio individualizada.

- Las técnicas de laboratorio aplicadas para el análisis requieren que los materiales sean puros, lo que no sucede en un documento cuestionado expuesto a la contaminación ambiental y estado de conservación.

- La diferenciación de un envejecimiento de la tinta de manera natural de otro acelerado es difícil de detectar, y obliga a recurrir al estudio de otros elementos externos e internos del documento al margen del análisis químico.

- Las propiedades físicas y químicas del papel en cuanto a composición de las fibras, variaciones de porosidad en una misma hoja, y su propia química (alcalinos o ácidos, cargas, aditivos, etc.) influyen en el proceso de secado y evaporación de los solventes.

- El almacenamiento y las condiciones ambientales del documento son fundamentales en el secado de disolventes, y hay una serie de factores externos como cambios de temperatura, de humedad, luz o aireación entre otros que se interrelacionan con las propiedades de las mezclas de solventes y las del papel.

- La presión que se ejerza al escribir (grosor del trazo) y el tamaño de la bola del bolígrafo repercute en la cantidad inicial de solvente y en la tasa de evaporación.

- También afecta la toma de muestras de líneas rectas o curvas, que provocan que haya una mayor o menor difusión de los solventes.

- Existe una posible contaminación en los trazos antiguos a través de la migración de solventes de los trazos recientes, e incluso en las hojas adyacentes de papel.

- No todas las tintas envejecen a la misma velocidad.

Tras esta relación de factores que condicionan el envejecimiento de las tintas se comprende la dificultad de expresar los resultados de un análisis y la controversia que el asunto genera. Ante esto es lógica la pregunta ¿qué fiabilidad puede dar un informe sobre datación a través del envejecimiento de la tinta del bolígrafo?

La respuesta la encontramos en un artículo de Química analítica que expone los requisitos mínimos que se deben considerar para la aplicación de métodos de fechado de tinta basados en el análisis de solventes¹. Se trata de un artículo colectivo hasta el momento no

¹C. Weyermann, J. Almog, J. Bügler, A.A. Cantu, Minimum requirements for application of ink dating methods based on solvents analysis in casework. *Forensic Science International* 210(1-3) (2011) 52-62.



cuestionado, que ofrece una valoración muy cualificada de las posibilidades y límites de los análisis en laboratorios de datación de tintas. Sus autores son integrantes de laboratorios policiales de Alemania, Suiza, Estados Unidos e Israel y gozan de reconocido prestigio en la investigación de esta materia:

Celine Weyermann del Instituto de Policía Científica de la Universidad de Lausanne.

Joseph Almog del Servicio de la Policía de Israel.

Jürgen J. Bügler del Instituto de Ciencias Forenses de la Oficina de Investigación de Baviera, Alemania.

Antonio A. Cantu, químico analista y antiguo miembro del Servicio Secreto de USA.

El objetivo de su publicación es aclarar a los juristas y personas que se mueven en el mundo de la aplicación del Derecho, los avances referentes al campo de la Física y de la Química analítica sobre el tema de datación de tintas para litigios judiciales, y difundir desde el ámbito científico la validez de sus metodologías y experimentos, subrayando sus posibilidades y limitaciones prácticas. Ofrecen un resumen de este tipo de estudios y su alcance, para concluir con unos requerimientos mínimos que debieran cumplirse para que un informe alcance el suficiente nivel de confianza y credibilidad en el desarrollo y aplicaciones prácticas de métodos de datación absoluta de una tinta, que son:

1º. Definir el límite de aplicación del método, teniendo en cuenta y cuantificando la influencia de los distintos factores (composición y cantidad inicial de disolvente, tipo de papel, condiciones de almacenamiento...). Factores que a veces no son conocidos por el perito y es importantísimo no confundir los resultados de experimentos realizados bajo condiciones de laboratorio con muestras de tinta controladas, frente a los resultados que se obtienen en casos reales, sobre especímenes incontrolados de desconocida composición de tinta y con indefinidas y no verificables condiciones de almacenamiento.

2º. Descripción de la metodología con transparencia, de manera que se pueda reproducir siguiendo los mismos pasos por otros laboratorios, como ocurre en otras ramas de la ciencia forense.

3º. Validación de la metodología. Cualquier metodología aplicada en los informes de datación de tinta, debe ser validada dentro del propio laboratorio y fuera en otros para conseguir fiabilidad y solvencia.



4º. Por último todo informe de datación de tintas tiene que partir de un modelo de interpretación lógico en sus conclusiones, que marque los porcentajes de probabilidad o de evidencia de falsos negativos y falsos positivos con hipótesis alternativas, temas probabilísticos que sean razonados y no solo por porcentajes numéricos.

Unos requisitos muy claros y objetivos dirigidos a quienes no son especialistas en esta materia, pero han de valorar un informe de datación por medio de tinta.

María José Mártir Alario



LA DATACIÓN DE LAS TINTAS DE BOLÍGRAFO. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Manuel Romero Tallafigo

Para este interesante tema es importante navegar y leer bajo las palabras claves *dating inks* por artículos y resúmenes de revistas indexadas dedicadas a temas de laboratorios forenses: *Forensic science international*, *Science and Justice: Journal forensic sciences*, *International Journal of Forensic Document Examiners...* que aparecerán citados en este trabajo. Contamos con tres tesis doctorales, con un buen repertorio bibliográfico y consultables en los repositorios de tesis en red como son:

Celine Weyermann: *Mass spectrometric investigation of the aging processes of ballpoint ink for the examination of questioned documents*. Giessen, Universidad Justus Liebig, 2005

Magdalena EzcurraGondra: *Avances analíticos en la datación forense de tintas y documentos*, Universidad del País Vasco, 2012

Oscar Francisco Díaz Santana: *El antedatado de los documentos y los criterios para la valoración de la prueba pericial*. Madrid: Universidad Camilo José Cela. 2017

Para el tema y como guión fundamental de esta Jornada debo resaltar *uno*, que va a ser nuestro hilo conductor de la Jornada, accesible en la red, y vigente sin contradicción, titulado “Minimum requirements for application of ink dating methods based on solvents analysis in casework”, publicado en 2011 en la revista *Forensic Science International* por dos motivos². El primero, por la autoridad, calidad y cantidad del colectivo de sus autores, todos integrantes de laboratorios policiales de países como Alemania, Suiza, Estados Unidos e Israel. Son:

- Celine Weyermann del *Institut de Police Scientifique, University of Lausanne*,
- Joseph Almog del Servicio de la Policía de Israel,

²“Minimum requirements for application of ink dating methods based on solvents analysis in casework” en. *Forensic Science International* 210 (1-3) (2011) .



- Jürgen J. Bügler *del Institute of Forensic Sciences, Bavarian State Bureau of Investigation, Munich, Germany,*
- Antonio A. Cantu, *chief scientist of United States of America, Secret Service.*

Como segundo motivo señalamos que ese artículo colectivo de Química analítica, se enmarca en una valoración muy cualificada de las posibilidades y límites de los análisis en laboratorios de datación de tintas. Su finalidad es aclarar a los juristas y personas que se mueven en el mundo de la aplicación del Derecho, lo que se refiere al campo de la Física y de la Química analítica sobre el tema de datación de tintas para litigios judiciales, y difundir desde el ámbito científico la validez de sus metodologías y experimentos, subrayando sus posibilidades y limitaciones prácticas:

Clarifying the ink dating field for justice purposes and guiding scientists through validation of their methodologies, while highlighting practical limitations.

LA FIABILIDAD DE LOS ANÁLISIS SOBRE EDAD DE LAS TINTAS

El discurrir del tiempo genera edad y antigüedad, las cuales dan cambios cuantitativos y cualitativos en la composición de las tintas en contacto con el papel. Estos procesos cambiantes son medidos por métodos analíticos y pueden dar indicaciones como la del tiempo transcurrido entre la aplicación de la tinta al papel y la verificación del análisis.

La edad *absoluta* de una tinta es la que se mide por sí misma, sin una muestra, modelo o patrón de comparación. Sin embargo la edad *relativa* es la medición comparada de la edad entre dos trazos o trazados de tinta o iguales o diferentes en un mismo documento.

Desde la lectura atenta del artículo colectivo “Minimum requirements...” de Celine Weyermann y otros intentaremos en estas Jornadas abrir el debate sobre los límites de los métodos de abordar la edad absoluta de una tinta estampada, por ejemplo en un testamento ológrafo, en un contrato, en un pagaré...

Los dos métodos aplicados son uno el *estático o del “anacronismo”*, y otro el llamado *dinámico* o de medida temporal de los procesos químicos de envejecimiento. Luego mostraremos con cuadros y figuras, la complejidad retardadora o aceleradora del envejecimiento, sea por los factores *externos* de conservación del documento, sea por los



factores *internos* emanados de la composición interna de la propia tinta y del papel en el que ella se asienta y sustenta. El tema de la datación entre dos tintas, en un mismo documento, por sus mayores posibilidades para discernir edades lo dejamos al margen en estas Jornadas, aunque en la bibliografía aportada puede ser estudiado.

Como hacen los autores del citado artículo, una vez marcados los márgenes de error de los métodos, para hacer más accesible a los que no somos expertos en Química analítica acudimos al *símil de la toalla mojada* o lámina impregnada de perfume. Recogemos finalmente los *requerimientos mínimos a los que debe responder un informe pericial* de edad de tintas en instancias judiciales, que fueron recogidos en el artículo “Minimum requirements...” por expertos en policía científica de Europa y América como Weyermann, Almog, Bügler y Cantu.

1º. Los dos métodos de datación absoluta de una tinta

A día de hoy se reconocen dos métodos de datación de tinta. Uno, cuyos argumentos parten de la *fuerza* o factoría industrial de donde salió el trazo o estructura química de fabricación y origen de la tinta (*método estático*), otro que desde el mismo documento mide los *procesos* físico-químicos que se originan momento a momento en la masa o mancha que el bolígrafo deja aplicada en el papel (*método dinámico*). El primero a través del conocimiento estático del singular bolígrafo y tinta con que se escribió, y otro a través de la cinética o termodinamismo del trazo que se estampó y dejó sobre el sustrato del papel.

Las informaciones, mediciones y datos que se infieran de ese estudio pueden ayudar más o menos a resolver la existencia o no existencia de un fraude en la autenticidad cronológica que se atribuya a un documento.

2º. Método estático o del “anacronismo”

En él se analiza el trazo dubitado de tinta estampada para compararlo y cotejarlo con un registro o base de datos con referencias cronológicas sobre los componentes de tintas fabricadas y lanzadas al mercado. Esta colección de referencias debe contener claramente

las fechas de introducción de cada tinta en el mercado. El cotejo descubre o no descubre los anacronismos con la fecha declarada en el documento. Su eficacia depende de la fiabilidad del registro de marcas, por un lado, y luego del estudio de los trazos dubitados. En este método la aparición de una evidente anacronía o no correspondencia de la tinta con la fecha sería argumento tan contundente como la del código numérico del Papel timbrado del Estado, la presencia del euro en una factura anterior al año 2002, o un escrito a bolígrafo en 1910, o un teléfono de tres cifras en un membrete de un documento de 2008.

Hay dos exigencias ineludibles, que los expertos señalan para la aplicación del método estático a la escritura con bolígrafo, y sin cuyo cumplimiento no es aplicable. La primera es tener una base de datos fiable de todas y cada una de las tintas del mercado con sus componentes y fechas, que circulan ahora o han circulado en el pasado en un área geográfica más o menos extensa, sea mundial (área ideal), continental o nacional. Esta exigencia hace que este método sea prácticamente inaplicable en España pues no contamos con esa base de datos. Se conocen en el mundo dos instituciones que cuentan con bases de datos sobre fórmulas de tintas, el *US Secret Service* y el *Landeskriminalamt* de Baviera, realizadas en colaboración con las industrias de tinta³.

La segunda, es poseer un método analítico y fiable de identificación de los pigmentos, colorantes, aglutinantes, solventes y aditivos de la tinta estampada en el documento litigioso, expuesto a todo tipo de circunstancias de conservación entre ficheros, cajones y expedientes. Pericia que genere confianza y sea fiable en detectar los cambios en el tiempo transcurrido, para el posterior cotejo con ese registro o biblioteca de marcas de tinta, inexistente hoy por hoy en España. Los pigmentos y solventes una vez sedimentados en el papel varían con el transcurrir del tiempo y con desconocimiento de estas variantes cabe el peligro de dar falsos positivos y falsos negativos.

En este método la presencia de anacronismos puede ser un modo fiable de fijar una fecha *ante quam* o *post quam*, como lo es la numeración del papel timbrado del Estado, o el uso de un bolígrafo en un documento de 1930, o de una impresión láser en el año 1960.

El método estático ha tenido mucho éxito en el estudio de los tintes y pigmentos pictóricos para autenticar obras de arte. Los anacronismos o incoherencias temporales en esos pigmentos a través de distintas franjas temporales han descubierto fraudes en el mercado

³ C. Weyermann: *Mass spectrometric investigation of the aging processes of ballpoint ink for the examination of questioned documents*. Giessen, Universidad Justus Liebig, 2005, p. 28.



de subastas. La anacronía de un determinado pigmento amarillo desmontó la teoría de que el mapa de Vinlandia fue anterior a Cristóbal Colón. El pigmento había sido sintetizado con fecha posterior a 1924.

3º. Método dinámico o de “medición temporal” del proceso de envejecimiento de la muestra de tinta dubitada, estampada en el papel.

Este método parte del principio, no controvertido por los especialistas, de que la tinta dentro del depósito o cartucho del bolígrafo, sin estar estampada al papel, no tiene edad, no envejece. Sólo después de ser trazada sobre el papel se originan simultáneamente variados y múltiples termodinamismos y reacciones que progresivamente transforman, resecan y envejecen la tinta: los colorantes se destiñen, los solventes se difuminan, se evaporan y volatilizan en el ambiente, las resinas polimerizan sus moléculas, la tinta se difunde y es absorbida por el papel y los documentos contiguos. Los solventes transmigran y se traspasan no sólo sobre la superficie estampada de la hoja de papel, sino en las hojas adyacentes que envuelven encima y por debajo. El comportamiento volátil del compuesto *phenoxyethanol* por ser el disolvente más extendido en el mercado de los bolígrafos de nuestra época es el más estudiado y más medido en los análisis de datación, sin que los expertos analistas hayan dejado de abordar otros. Estos procesos pueden tener un origen natural (envejecimiento natural), en el caso del documento que aquí examinamos, el producido desde que se estampó hasta hoy, o ser provocado y vigilado en el mismo laboratorio en un ambiente controlado de luz, humedad y temperatura (envejecimiento artificial) para conocer la influencia de cada uno de los factores retardadores o aceleradores.

La reducción o conversión a días, meses y años de estos dinamismos y reacciones complejas es un reto arduo y difícil para este método dinámico. Porque además del paso del tiempo y la antigüedad, intervienen otros factores, muchos de ellos, por previos, incontrolables para el laboratorio en el momento de realizar el análisis cromatográfico y espectrográfico, factores que aceleraron, alargaron o incluso cortaron bruscamente el envejecimiento o edad de la tinta. Estos factores dinámicos o cinéticos se clasifican en dos grupos, los *externos* al trazo de tinta, que dependen de las condiciones de almacenamiento y



conservación desde que se posa la tinta en el documento y los *internos* que dependen de la misma composición de las tintas estampada por el bolígrafo. La medición del perito debe afectar a ambos grupos.

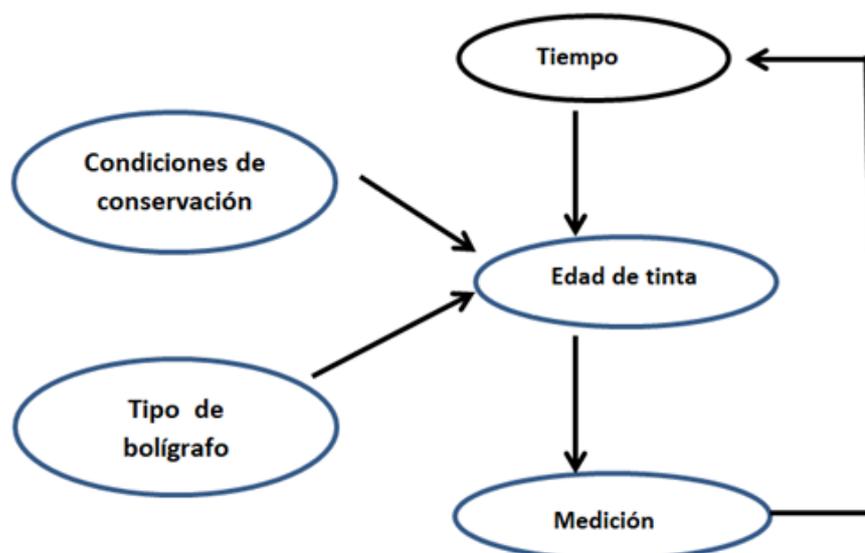


Fig. 1. En los procesos dinámicos, en la aceleración o deceleración del envejecimiento de la tinta influyen junto al cronómetro o tiempo, factores complejos y agrupados en dos grupos: las condiciones de conservación y el tipo de bolígrafo usado para estampar el trazo. Cuadro tomado de CELINE WEYERMANN et al "Minimum requirements...

4º. Factores externos que acortan o alargan el envejecimiento de una tinta en el papel.

El primer grupo externo es más ambiental y se refleja en el siguiente cuadro que nos proporciona Celine Weyermann y el colectivo científico que establece los mínimos requerimientos para un dictamen de datación de tintas.

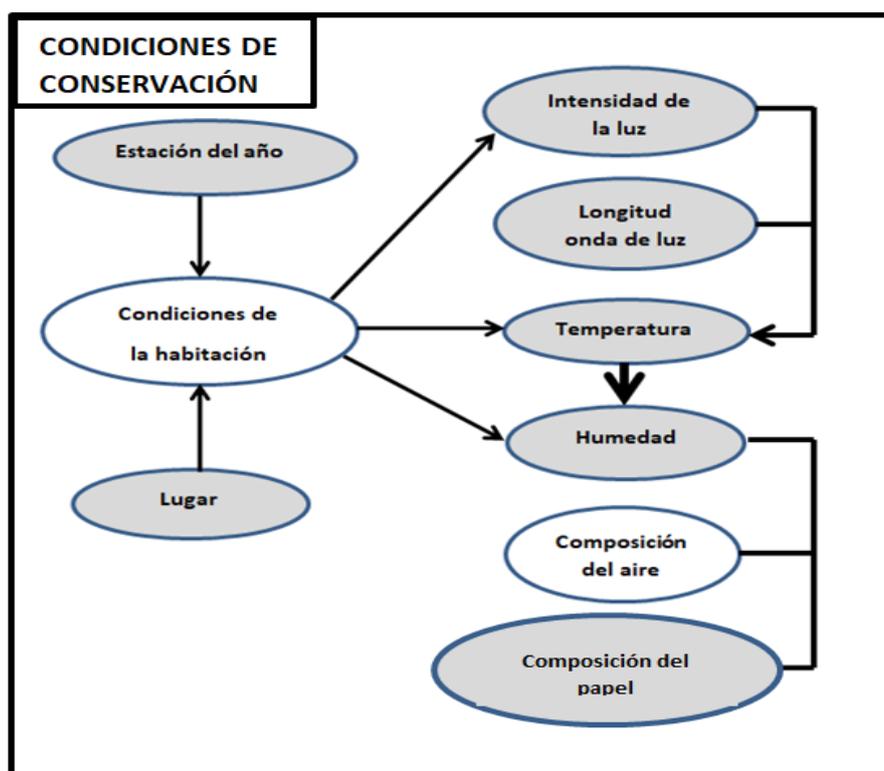


Fig. 2. En los procesos dinámicos, en la aceleración o deceleración del envejecimiento de la tinta intervienen factores ambientales procedentes de las condiciones habitacionales donde se ha custodiado el documento antes de proceder a su análisis. Cuadro tomado de CELINE WEYERMANN et alli" *Minimum requirements...*

Según se ve en la figura 2 son factores que influyen en el secado: *la intensidad y longitud de onda de la luz* que cae y cayó sobre los trazos del documento desde que se generó la escritura. Igualmente son *la temperatura* que origina tanto la luz como el medio ambiente, *la humedad relativa, la polución y la vecindad* con otros documentos entintados, dentro del *habítaculo de conservación*, que puede ser un cajón, una carpeta hermética de plástico o una estantería junto a una ventana expuesta a cualquier punto cardinal, sometido a la *variación de las estaciones y a la orientación del sol*. Estos factores en general constituyen un pasado del documento dubitado y no los puede medir el que examina y analiza la tinta en un momento determinado. No entra en lo normal poseer un historial ambiental con factores medidos y fiables. Otro factor exterior pero más pegado al trazo: el sustrato del

papel que lo soporta con las cualidades de este mismo soporte (composición de celulosa, hemicelulosa, lignina, porosidad, cargas ácidas y alcalinas, colas y revestimientos).

5º. Factores internos que adelantan o atrasan la antigüedad y secado de una tinta

En los factores internos, según la figura 3 está el conocimiento preciso de la composición inicial de la tinta con la estructura química de los colorantes, la blandura o dureza de las resinas, las mezclas de estos, los aditivos odorantes y abrillantadores, y hasta el mismo tamaño de la bola que deja marcas diferentes, según sea trazo recto o curvo, y los grados de concentración y acumulación de tinta sobre superficie de papel, sea en un borrón concentrado, sea en trazo fluido, cuya finura o gordura afectan a la cantidad de la capa de tinta depositada y a las reacciones de los solventes. Cada nueva fórmula de tinta que sale al mercado significa un cambio de reacciones en el proceso de envejecimiento y degradación tras ser depositada en el papel⁴. La composición de las tintas de bolígrafo, cuyo conocimiento es imprescindible para la cromatografía y la espectrometría, cambia de pluma a pluma, de lote a lote, incluso en bolígrafos provenientes de la misma marca comercial⁵- Véase el siguiente cuadro:

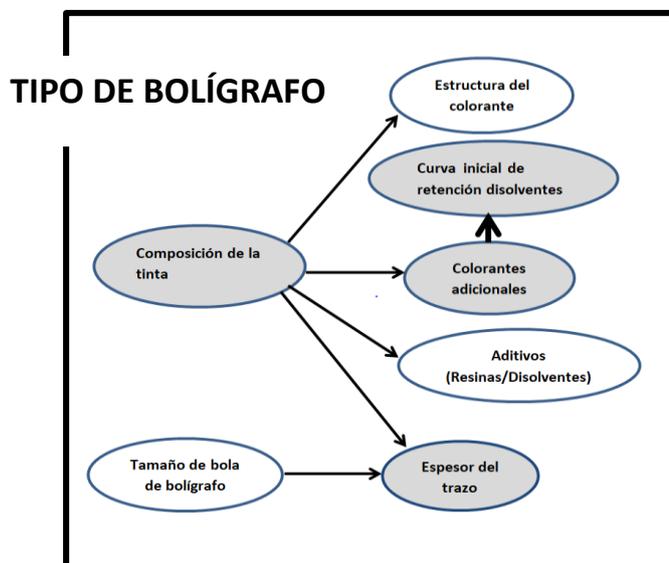


Fig. 3. El tipo de bolígrafo con su fórmula de tinta y tamaño de bola originan factores muy diversos que crean comportamientos diferentes en el envejecimiento de las tintas. Cuadro tomado de CELINE WEYERMANN et alli” Minimum requirements...

⁴ C. Weyermann: *Spectrometric mass...* 29

⁵Ibidem, 71.

6º. Fiabilidad del Método dinámico para calcular la edad absoluta de una tinta dubitada. El discurrir del tiempo no es factor único en el deterioro de una tinta estampada

La dificultad de no poseer información sobre todos estos factores internos y externos de un documento litigioso, ha obligado a los expertos internacionales a reafirmar los límites u obstáculos para situar un escrito dentro de una franja de tiempo: *the determination of the absolute age of an ink entry remains truly difficult*⁶.

Este límite se hace más patente cuando los mismos científicos, basados en la caída vertiginosa de las curvas de envejecimiento en el tiempo, se ponen a sí mismos unos límites temporales para determinar con cierta seguridad la antigüedad absoluta. Brunelle y Crawford en la Conferencia del grupo de trabajo de examinadores europeos de documentos (EDEWG) establecieron que la tecnología analítica, basada en los equipos de Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas⁷, no puede ser utilizada sobre tintas que han perdurado más de seis meses en el documento. Bügler y otros por su parte recomendaron analizar las tintas con edad de un máximo de tres o cuatro meses⁸ Una de las causas es la *vertiginosa volatilización* del disolvente Phenoxietanol, presente en el noventa por ciento de las tintas de bolígrafo que en las primeras horas de escribir se evapora en un 80 %. Luego la caída de la curva prácticamente se estabiliza.

Estos plazos hacen que no pueda ser demostrada la viabilidad de estas técnicas, también usadas en España por algún laboratorio privado, aplicadas a tintas con más de esos tres o cuatro o seis meses depositadas sobre el papel. Así resume la fiabilidad de las tintas más viejas el artículo de *Minimum requirements...*:

The feasibility of such dating techniques on ink older than that must therefore be demonstrated⁹.

⁶ C. Weyermann, J. Almog, J. Bügler, A.A. Cantu, "Minimum requirements for application of ink dating methods based on solvents analysis in casework". *Forensic Science International* 210 (1-3) (2011) 1.

⁷GM-MS: Separa las diversas sustancias volátiles que existen en la muestra de tinta para identificarlas y cuantificarlas.

⁸R.L. Brunelle, K.R. Crawford, *Advances in the Forensic Analysis and Dating of Writing Ink*. Charles C. Thomas Publisher, Ltd. Springfield, (2003). J.H. Bügler, H. Buchner, A. Dallmayer, "AgeDetermination of Ballpoint Pen Inks" en ENFSI (Ed.), *IV Conference of the European Document Examiners Working Group (EDEWG)*. La Haya, 2006.

⁹C. Weyermann, J. Almog, J. Bügler, A.A. Cantu, *Minimum requirements*, 13.



Así reflejó Valery Aginsky los *tres o cuatro primeros meses de antigüedad* o reposo de la tinta en el papel o a lo más los ocho primeros. Véase el siguiente e ilustrativo cuadro de porcentajes de extracción de solventes y meses.¹⁰

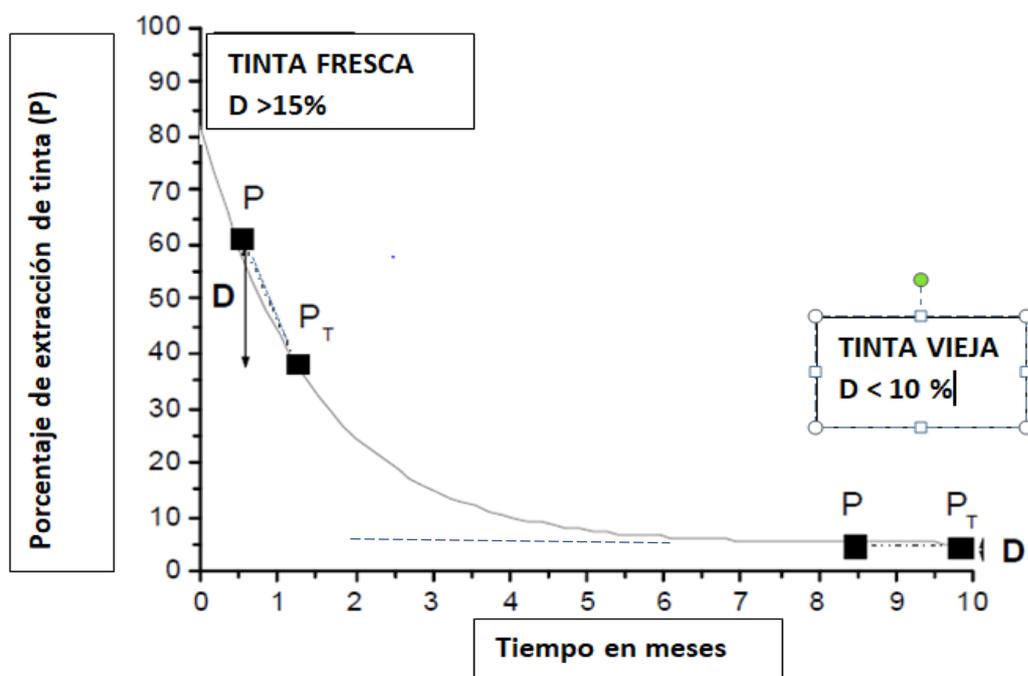


Fig. 4. Valery Aginsky trazaba así la evolución vertiginosa (>15% a <10 %) en los porcentajes de disolventes y dinamismo de la *tinta fresca* en los dos primeros meses, en relación con el reposo y estabilidad casi absolutos de los porcentajes a partir del cuarto mes y absoluto en el 8º.

Además internacionalmente se ha admitido que las proporciones de fresca del 10% al 15% son las que permiten cierta fiabilidad sobre la frescura y no antigüedad de la tinta que según la curva de Aginsky se rebasan al 5º mes¹¹.

En condiciones normalizadas de conservación, perfectamente controladas dentro de un laboratorio, los factores que desvanecen las tintas estampadas y evaporan y secan sus solventes han sido perfectamente identificados y hasta cierto punto, medidos y valorados. Se ha llegado en esas condiciones normalizadas de laboratorio a la conclusión de que las

¹⁰ Valery Aginssky: "Accelerated Aging. Its use in methods for dating ink". En *International Journal of Forensic document examiners* 2, 3 (1996 179-181.)

¹¹ Celine Weyermann et alii: *Minimum requirements...* 9

varias *marcas* de bolígrafo (componentes y concentración de la tinta) y las diferentes *situaciones de conservación* del documento entintado que se pueden dar (luz, temperatura, ozono proveniente de las máquinas de fotocopia, humedad, flujos de aire, tipo de papel, migración de solventes de un papel a otro), ambas cosas conducen a procesos complejos tales que producen *diferentes parámetros o medidas* en un *mismo espacio de tiempo* de aplicación y observación.

Pero resulta que los documentos dubitados, los aportados a los juzgados, han pasado por varias manos y ambientes (carpetas y armarios de pisos, despachos de policía, de abogados, juzgados...) en los que no se conoce por ejemplo los parámetros de exposición a la luz durante un determinado período de tiempo, exposición que puede provocar que un documento envejezca en sus tintas y parezca más viejo de lo que realmente es. A un documento del que se desconoce no sólo la línea cronológica de conservación y además se ignora la composición de la tinta del bolígrafo en el momento en que se escribió, resulta muy arriesgado el comparar su curva de envejecimiento con las curvas salidas de documentos experimentados en los laboratorios donde se conocía el tipo de papel, el tipo de tinta, y se tenían controladas todas las condiciones de conservación.

El almacenaje y ambiente en que ha estado el documento dubitado desde que fue escrito tienen un importante protagonismo en el secado de los solventes de la tinta sobre los poros del papel. El secado no es sólo cuestión de tiempo, sino de la temperatura del aire, del papel y de la propia masa de la huella de tinta; de la presión del vapor de los solventes; de la humedad, de los movimientos del aire en los despachos, casas y laboratorios; de las propiedades resultantes de una mezcla de solventes (vaporización, viscosidad), y a los coeficientes de transferencia de calor y masa. Incluso Celine Weyermann cuantificó la transmigración de los solventes a los papeles sobrepuestos con más o menos presión entre los folios, en un escrito reciente y en otro menos reciente. Todo influye. Aginsky escribió que estos resultados indican que el documento dubitado es viejo bajo la condición de que haya sido custodiado sobre normales condiciones ambientales con temperatura y humedad constantes y determinadas condiciones de luz¹². Temperaturas bajas y flujo de aire reducen el proceso de secado de solventes, además las temperaturas pueden variar considerablemente entre invierno y verano, en que la humedad normalmente no es constante, incluso en un ambiente de aire acondicionado.

¹² Valery N. Aginsky, "Dating and Characterizing Writing, Stamp, Pad and Jet Printer Inks by Gas Chromatography / Mass Spectrometry". *International Journal of Forensic Document Examiners* 2 (2) (1996) 103-116.



También influye en la evaporación o secado medible de los solventes, la estructura físico-química del papel, como la anchura o estrechez de sus poros son una variable incluso dentro de la misma hoja o folio. Los poros intervienen en la difusión de las moléculas de la tinta sobre y a través, en la condensación de los vapores, en la migración y evaporación. Las fibras, celulósicas o no, la acidez de los blanqueantes o del encolado también son factores a tener en cuenta.

La expansión superficial de un solvente de la tinta es mayor o menor en función del volumen de líquido viscoso depositado por el bolígrafo en el recorrido de las letras, en función de la mayor o menor espesura o viscosidad de la tinta, de su mayor o menor densidad de trazo, de su mayor o menor higroscopicidad o atracción de la humedad ambiental, y de la mayor o menor volatilidad de los distintos solventes. Las extracciones de muestras en curvas o en líneas rectas, más o menos densas para analizar el disolvente pueden condicionar los resultados. No hay homogeneidad en la tinta aplicada sobre un papel, falta que influye en los parámetros de los solventes.

Las curvas de envejecimiento obtenidas por el cruce de datos entre la ordenada del factor tiempo y la abscisa del parámetro evaporación del disolvente en días, meses y años no proporcionan una fecha precisa, sino más bien meros intervalos de tiempo. En estos análisis las escalas de tiempo pueden variar significativamente, dependiendo de cuáles sean los parámetros o factores medidos. Por ejemplo hay tintas diseñadas para que sus disolventes se evaporen rápidamente en un pronto secado, mientras que los colorantes se secan y degradan más despacio.

7º. Método dinámico relativo tiene mayores posibilidades de determinar entre dos tintas en un mismo documento, cuál es la más reciente.

La datación relativa de tintas se aplica en el caso de dos o más tintas estampadas en tiempos diferentes en un *mismo* documento, en una o varias de sus áreas y renglones o en diferentes hojas, para ver si en esos renglones hay unos más jóvenes y otros más antiguos. La curva general de envejecimiento puede ser conocida pues solamente afecta el factor tiempo que interviene en las condiciones de almacenaje de ambas tintas, pues se suponen las mismas.



En un caso de anotaciones manuscritas, sospechosas algunas en su secuencia cronológica, en un mismo libro comercial de caja, el doctor R. Hofer de la *Forensic Science Division, Document Laboratory* de La *Zurich Canton Police* de Suiza, recomienda el análisis electrostático y establecimiento de curvas de edad en colorantes de tintas en el caso de que el documento dubitados contenga inscripciones en tinta en una misma página (añadidos) que sean sospechosos, porque en este caso las condiciones de conservación son muy probablemente idénticas para las inscripciones indubitadas que para las dubitadas¹³.

8º. Los márgenes de error. El símil de la toalla mojada o de la gota de perfume sobre un papel

Weyermann y sus colegas intentan en cierta medida clarificar las limitaciones y dependencias del método de edad absoluta de una tinta mediante la comparación de la toalla y el agua, por un lado, con el papel y el solvente de la tinta por otro. Si sumergimos la toalla en un recipiente de agua es distinto a si sólo la humedecemos al secar en una superficie húmeda. En el primer caso de sumersión el agua tarda más en volatilizarse y en secarse (dependencia de la cantidad inicial de solvente en el bolígrafo). Si la toalla está tejida con fibra vegetal de algodón o de lino, o en otro caso con fibra sintética, difieren también los tiempos del secado (dependencia del tipo de papel o sustrato), y finalmente los resultados no serán comparables si la toalla es introducida en una bolsa de plástico o colgada en un tendedero, expuesta al sol y al aire (dependencia de las condiciones de conservación). Los solventes de los trazos de tinta estampados en un papel pueden compararse también a una gota de perfume derramada sobre un trozo de papel más o menos poroso: Se evapora, emigra y extiende, lateralmente, a través del papel de una cara a otra, y profundamente sobre otro papel que esté en contacto, encima o debajo de él. Por ello estas tres dependencias entre otras deben ser tenidas en cuenta cuando se cuantifica la edad de un documento por medio de la mayor o menor cantidad de solventes.

De ahí que Celine Weyerman llega a concluir en 2007 que sin un preciso conocimiento de cada una de todos los factores variables enunciados y sin tener la medida o alcance de su respectiva influencia “*no es posible emitir un dictamen científico sobre la edad de una escritura en un documento*”. Y añade que “cualquier método consolidado de datar tintas basado en el desvanecimiento de los colores o la desecación y evaporación de los solventes, debe ser contrastado para ser fiable a través de indicaciones de reproducibilidad,

¹³“*Case report. Dating of ballpoint Pen Ink*”. En *Journal Forensic Sciences*, 49 (2004).



validación, repetitividad o réplica de la comunidad científica a través de mediciones a ciegas, y midiendo los márgenes de error que son más estrechos que las variaciones predecibles”¹⁴.

Ante tal multitud de factores, tan variados y algunos inaccesibles en los casos de la vida práctica que llegan a los juzgados el futuro foco de la analítica para la datación de las tintas será determinar con precisión y validar los umbrales temporales de un trazo de tinta a través de parámetros como la tinta, el papel, y su conservación y en lograr una validez de los métodos entre distintos laboratorios a través de pruebas a ciegas¹⁵.

Por otro lado está la pregunta si la edad de una tinta en un papel depende más de los argumentos y observaciones sobre la procedencia industrial de una tinta y menos de aspectos tecnológicos y analíticos. Por tanto cabe preguntarse si una conclusión sobre la edad de la tinta de un trazo será alguna vez posible en casos prácticos forenses, dado que hay conjugar factores tan diversos como la naturaleza de las muestras (pequeñas cantidades y complejo sustrato matriz de la tinta) como las condiciones de su conservación (apilado con otros papeles recién escritos en un archivo o en una carpeta de plástico). Estos factores pueden producir mayores diferencias en las partículas colorantes y en los solventes que las provocadas por el mero discurrir del tiempo. Si en un dictamen estos factores o algunos de ellos no son medidos y comprobados, sus resultados deben ser admitidos con reservas.

Con estas palabras Weyermann quita la posibilidad de precisión y verdad (*truth*) en la edad absoluta de una tinta a través de sólo unos factores, faltando otros:

*“the measurement however precise will give no indication about the truth age of ink”*¹⁶

Esta complejidad requiere una validación especial de los métodos de datar tintas que exprese sus limitaciones de cuantificar fechas, los errores sistemáticos, que sea repetido con precisión en el mismo laboratorio, y que se armonice y sea reproducido en ciego en otros laboratorios de precisión. Esta validación entre laboratorios del mundo no es extraña en otros problemas forenses. Aunque hay que tener en cuenta que para que las muestras

¹⁴ Without precise knowledge of these variables and of the extent of their influence, it will not possible to deliver a scientific result for the age of an ink entry. Any established dating method based on the fading of dyes or the drying of solvents has to obvie checked for reliability trough indications of reproducibility, by valid answers in blind testing and by measuring error that are lower than predictable variations, *Mass spectrometric investigation* 170 y 174.

¹⁵C. Weyermann: *Mass spectrometric investigation...*174

¹⁶ C. Weyermann: *Mass spectrometric investigation*, *ibidem*.



examinadas tengan realidad en otros laboratorios la tarea no es fácil, aunque los métodos existentes trabajan sobre tintas de edad 24 meses como máximo.

9º. Los cuatro requerimientos mínimos para una prueba fiable sobre la edad absoluta de una tinta según el artículo colectivo de los expertos de laboratorios policiales y privados de Europa y América.

Según los expertos internacionales de laboratorios policiales en su artículo sobre los requerimientos mínimos, que se señalan como propósitos, para que un informe alcance el suficiente nivel de confianza y credibilidad en el desarrollo y aplicaciones prácticas de métodos de datación absoluta de una tinta son los siguientes:

REQUERIMIENTO 1º. La complejidad de componentes y factores que dinamizan o ralentizan el envejecimiento cinético de una tinta definen los límites de aplicación del método en la actualidad. Muchos de tan variados factores son desconocidos para el perito analista de la tinta en un documento nacido en la vida cotidiana. No se han llegado a definir todos esos límites. Constituye pues un reto todavía futuro para la comunidad científica. Es una cuestión que origina reservas muy fundadas a los informes de datación de tintas. Algunos de estos factores, sean los provenientes de las condiciones de conservación, sean de las características del bolígrafo actuante, no pueden llegar a ser conocidos por el perito. No está demostrado que se puedan reproducir en un laboratorio las condiciones de envejecimiento que se dieron en un documento real como el que dilucidamos en este informe. En los casos forenses como éste es importantísimo no confundir los resultados de experimentos realizados bajo condiciones de laboratorio, con muestras de tinta controladas hasta por la marca y tipo de bolígrafo, con los resultados que se obtengan en casos reales, sobre especímenes incontrolados de desconocida composición de tinta y con indefinidas y no verificables condiciones de almacenamientos.

REQUERIMIENTO 2º. Sólo el establecimiento y descripción de una metodología aplicada, que sea transparente y capaz de ser reproducida, replicada y contestada en otros laboratorios científicos, policiales y privados, como ocurre en otras ramas de la ciencia forense, aportaría valor a estos informes de datación de tintas. En España los laboratorios policiales no aplican metodologías de datado absoluto de las tintas. Sólo en laboratorios privados y para casos recientes de meses desde que se escribió el documento litigioso.



REQUERIMIENTO 3º. Cualquier metodología aplicada en los informes de datación de tinta, debe ser validada dentro del propio y fuera en otros laboratorios, sin faltar los de la policía científica para conseguir fiabilidad y solvencia. No hemos encontrado jurisprudencia directa sobre metodologías de aplicación a la edad de las tintas, salvo la referida a anacronismos sorprendentes encontrados en el documento dubitado (número de la Fábrica Nacional del Sello y Timbre, uso del euro, número de dígitos del teléfono etc.).

REQUERIMIENTO 4º. Por último todo informe de datación de tintas tiene que partir de un modelo lógico que marque los porcentajes de probabilidad o de evidencia con hipótesis alternativas.

En el cuadro siguiente recogemos los 4 requerimientos mínimos y los propósitos marcados, que no metas alcanzadas, por integrantes de laboratorios policiales de países como Alemania, Suiza, Estados Unidos e Israel y que acabamos de glosar.

Resumen de los requisitos mínimos necesarios para alcanzar un nivel suficiente de confianza en el desarrollo y aplicación de métodos de datación

Requerimientos mínimos	Propuestas
Estudio de la cinética del envejecimiento y los factores de influencia.	Definir el límite de aplicación del método.
Descripción de la metodología.	Lograr la transparencia que permita la reproducción por otros laboratorios.
Validación de la metodología.	Alcanzar la confianza interna y externa entre laboratorios.
Uso de un modelo de interpretación lógica.	Evaluar la probabilidad de evidencia dando hipótesis alternativas.

