

Caracterización, elaboración y preparación de las colas grenetinas para conservación y restauración del Patrimonio Cultural¹

Characterization, production, and preparation of animal glue (hide glue) for the conservation and restoration of Cultural Heritage

Xenia Sarai Durand Pérez

xenia.durand@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0002-9154-4769>

Albert Josue Jimenez Huaman

albert.jimenez@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0007-4953-7158>

Laura Ingrid Mendoza Concha

laura.mendoza3@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0002-5007-9012>

RESUMEN²

El documento sintetiza las características y aplicaciones de las colas grenetinas, adhesivos proteicos derivados del colágeno animal, amplia-

1 Trabajo presentado en el curso "Estudio de materiales aplicados a la Conservación", dictado por Víctor Gálvez en el semestre 2025-I.

2 Aunque el presente trabajo no constituye una investigación propiamente dicha, reúne una amplia labor de recopilación, comparación e interpretación de estudios especializados. Su elaboración refleja el tipo de ejercicios formativos característicos de la Escuela de Conservación y Restauración, en los que el análisis teórico se articula con la práctica profesional.

mente utilizados en conservación y restauración por su compatibilidad, reversibilidad y baja toxicidad. Explica la base química del colágeno, distinguiendo entre colas fuertes —más impuras y adhesivas— y grenetinas, las cuales son más puras y estables, preferidas en intervenciones delicadas. Se enumeran los principales tipos de colas según su origen (piel, hueso, tendón, pescado y caseína), destacando sus propiedades físico-químicas y la importancia de un control ambiental para su correcta conservación y eficacia a largo plazo.

Palabras clave: colas grenetinas, colágeno, adhesivos proteicos, materiales tradicionales, conservación y restauración.

ABSTRACT

The document summarizes the key properties and uses of grenetine glues, protein adhesives derived from animal collagen and widely applied in conservation due to their compatibility, reversibility, and low toxicity. It outlines the chemical basis of collagen, differentiating between strong glues—less pure but more adhesive—and grenetine, prized for purity and stability in delicate treatments. The main glue types are listed by origin (skin, bone, tendon, fish, and casein), emphasizing their physicochemical traits and the need for climate control to preserve their functionality and effectiveness.

Keywords: grenetine glues, collagen, protein adhesives, traditional materials, conservation and restoration.

1. Introducción

En el ámbito de la conservación y restauración del patrimonio cultural, es esencial conocer en detalle los materiales usados en las intervenciones. Los adhesivos, consolidantes o aglutinantes deben respetar la integridad de la obra, ser compatibles química y físicamente, y permitir la reversibilidad para que cualquier tratamiento

pueda retirarse sin causar daños. Dentro de estos, las colas animales, especialmente las colas grenetinas, destacan por su larga tradición y valiosas propiedades físico-químicas.

Estas colas se obtienen del colágeno presente en tejidos animales como piel, huesos y cartílagos. Mediante calentamiento e hidrólisis, se transforman en compuestos proteicos que forman al enfriarse películas adhesivas. Las grenetinas, o colas nobles, son versiones más puras, caracterizadas por su transparencia, pureza y flexibilidad, ideales en restauraciones que requieren alta compatibilidad y mínima alteración visual del objeto.

Históricamente, su uso abarca desde la preparación de soportes pictóricos hasta la consolidación de esculturas policromadas, lo que evidencia su papel estructural en la conservación de piezas valiosas. Los principios actuales en restauración resaltan la importancia de materiales como la grenetina por su reversibilidad, compatibilidad y estabilidad.

Aunque los adhesivos sintéticos modernos ofrecen resistencia y durabilidad, las colas animales siguen siendo preferidas en muchos casos por su comportamiento predecible frente a temperatura, humedad y envejecimiento. Sin embargo, su naturaleza orgánica las hace vulnerables a microorganismos y degradación en ambientes adversos, lo que requiere evaluar cuidadosamente sus ventajas y límites.

En ese sentido, el presente trabajo se justifica por tres razones fundamentales. A pesar del desarrollo de adhesivos sintéticos (acetatos de polivinilo, resinas acrílicas), las colas animales siguen siendo material de elección en restauración de obras históricas por su compatibilidad química con materiales originales (madera, yeso, textiles) y su comportamiento predecible a largo plazo (Bailach Bartra et al., 2011). La intervención en patrimonio histórico exige materiales que respeten la integridad física y química del objeto, principio donde las colas grenetinas destacan.

Además, los principios contemporáneos de restauración, establecidos en documentos como la Carta de Venecia (1964) y el Documento de Nara (1994),

enfatan la reversibilidad de las intervenciones. Las colas proteicas cumplen este requisito al ser removibles mediante agua, calor o enzimas específicas sin causar daño irreversible al soporte original (Calvo, 1999), cualidad que adhesivos sintéticos irreversibles no ofrecen.

En un contexto de creciente preocupación por materiales no contaminantes, las colas animales representan una alternativa biodegradable que no genera residuos sintéticos persistentes (González Obeso, 2024). Su origen orgánico y degradación natural contrastan favorablemente con polímeros sintéticos de larga permanencia ambiental.

Sin embargo, su naturaleza orgánica también implica vulnerabilidades (higroscopicidad, ataque biológico) que requieren comprensión profunda para su uso apropiado. Esta revisión busca equilibrar el reconocimiento de sus ventajas con la identificación crítica de sus limitaciones.

A raíz de ello, este estudio se propone analizar en profundidad las colas grenetinas en conservación, examinando sus propiedades físico-químicas, comparando su desempeño con adhesivos sintéticos y revisando sus métodos y aplicaciones prácticas, para promover un uso responsable y efectivo en la preservación del patrimonio cultural.

2. Estado de la cuestión

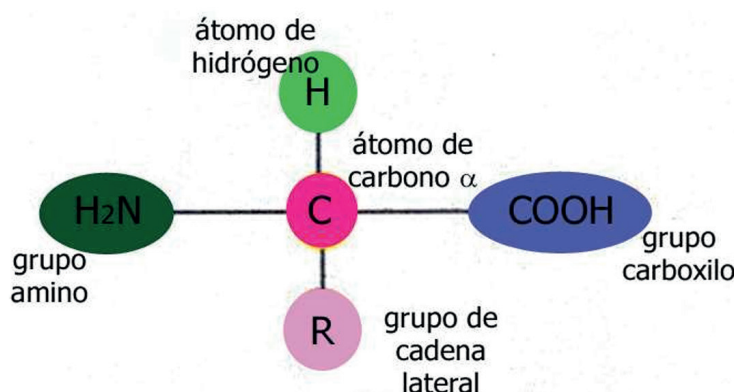
2.1. Marco conceptual: proteínas, colágeno y sustancias proteicas

Las proteínas son moléculas compuestas principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, formadas por unidades llamadas aminoácidos, los cuales son la unidad básica de las proteínas. Para formar una proteína, deben unirse más de 50 aminoácidos, los cuales conforman cadenas que no se mantienen rectas, sino que se doblan y pliegan en una forma específica tridimensional. Esta forma les permite cumplir funciones biológicas cruciales como soporte estructural, catálisis enzimática y transporte molecular (Luque, 2009).

Su estructura química está compuesta por un carbono central (-C-), conocido como alfa, que está unido a un grupo amino (-NH₂), un grupo carboxilo o ácido (-COOH), un átomo de hidrógeno (-H), y un grupo variable llamado radical (-R), que es diferente en cada tipo de aminoácido y le otorga propiedades específicas (Luque, 2009).

Figura 1

Fórmula general de un aminoácido.



Nota. Obtenido de Luque, V, 2009, pág. 2.

Estos aminoácidos se encuentran unidos por enlaces peptídicos, que son uniones covalentes que conectan dos aminoácidos en una secuencia lineal para formar proteínas u otros péptidos. Este enlace se forma mediante una reacción de condensación, donde el grupo carboxilo (-COOH) de un aminoácido se une al grupo amino (-NH₂) de otro, liberando una molécula de agua en el proceso (Bailach et al., 2011; Luque, 2009).

Entre las muchas proteínas que existen en organismos animales, una de las más abundantes es el colágeno. La cual es una proteína estructural que constituye hasta el 30% del tejido conectivo de la piel, huesos y tendones (Ceballos et al., 2018). Su función principal es dar soporte, firmeza y resistencia a los tejidos, además de ayudar a lubricar y amortiguar las células, permitiendo su buen funciona-

miento (Ceballos et al., 2018; Chacón et al., 2023).

Las gelatinas y colas son materiales proteicos derivados de la desnaturalización del colágeno, que varían en pureza, composición y características físico-químicas según sus orígenes y métodos de extracción. Ambos se han usado tradicionalmente en pintura y restauración por su versatilidad, aunque su eficacia está poco documentada y a veces cuestionada. La cola animal se obtiene calentando restos como pieles, cartílagos y huesos para solubilizar impurezas y liberar colágeno, formando sustancias coloidales adhesivas que suelen ser oscuras y turbias por la presencia de huminas, compuestos que absorben luz en el rango amarillo a pardo.

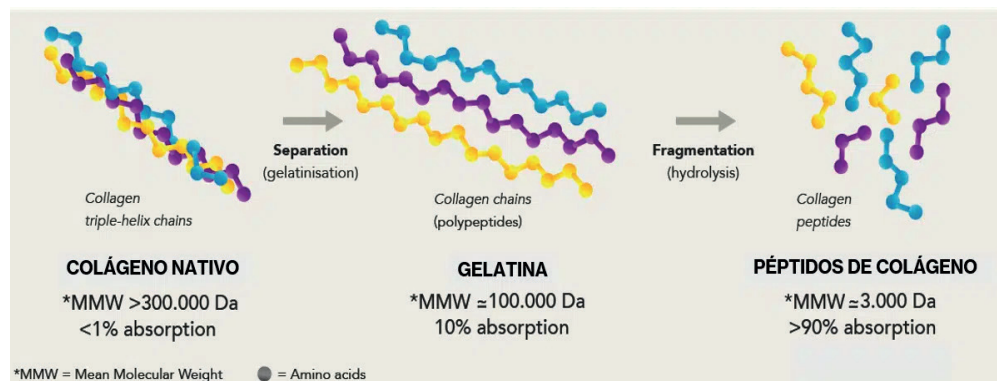
En cambio, la gelatina resulta de la desnaturalización y condensación del colágeno, gelificando alrededor de 30-35 °C, aunque esta temperatura varía según el método. Es más pura y refinada, con poca coloración y proteínas de alto peso molecular, y se usa en industrias alimentaria, fotográfica y farmacéutica, donde se valoran su pureza y consistencia.

Según González (2024), la gelatina es el componente principal de muchas colas por su alto contenido de aminoácidos como glicina, prolina e hidroxiprolina, que le confieren transparencia y consistencia sólida. Se obtiene mediante cocción prolongada de desechos ricos en colágeno, proceso en el que ocurre una hidrólisis parcial.

Las colas varían según su pureza: las menos refinadas, llamadas colas fuertes, tienen mayor adhesividad pero menor estabilidad a largo plazo; las colas más puras, casi exclusivamente colágeno, ofrecen mejor estabilidad, reversibilidad y menor riesgo de deterioro ante cambios de humedad y temperatura. Estas últimas, conocidas como colas nobles, suaves o grenetinas, son las utilizadas en conservación y restauración.

Figura 2

Tripe hélice y proceso de gelatinización del colágeno.



Nota. Obtenido de IVO3T (2022).

2.2. Colas grenetinas: definición y características distintivas

Se caracterizan por su elevado contenido proteico, bajo nivel de impurezas y alta transparencia. Estas gelatinas derivadas de tratamientos suaves —sin excesivo calor o pH extremo— permiten conservar las cadenas de colágeno más largas y estables, lo que mejora tanto sus propiedades mecánicas como su comportamiento a largo plazo. Por ello, las colas suaves son recomendadas especialmente en funciones de consolidación o aglutinación, donde la estabilidad, transparencia y compatibilidad son criterios fundamentales.

La elección del formato adecuado depende de factores como la naturaleza del objeto a restaurar, la precisión requerida, la reversibilidad deseada y las condiciones de trabajo. Los formatos secos (compactados, láminas y gránulos) ofrecen mayor control sobre la concentración y calidad del adhesivo, permitiendo preparar soluciones frescas y adaptadas a cada intervención. Por el contrario, los adhesivos líquidos facilitan la aplicación rápida, aunque con menor control sobre sus propiedades químicas y físicas (González, 2024).

Tabla 1

Ventajas y limitaciones de los formatos comerciales.

Formato	Ventajas	Limitaciones
<i>Compactado</i>	Dosificación precisa, larga conservación	Requiere hidratación y preparación previa
<i>Láminas</i>	Alta pureza y transparencia, control preciso	Manipulación delicada, preparación laboriosa
<i>Gránulos</i>	Preparación rápida, económico	Menor pureza, impurezas posibles
<i>Líquido</i>	Aplicación inmediata, práctico	Menor reversibilidad, posible menor calidad

Nota. Elaboración propia.

2.3. Clasificación de colas animales según origen

La cola animal es un adhesivo a base de colágeno que contiene gelatina y otras sustancias, mientras que la gelatina es la forma más pura y tratada de ese colágeno. Estas se obtienen a través de la cocción de residuos animales como pieles, cartílagos, huesos y espinas de peces (Calvo, 2003, p. 60). La pureza de estas colas varía; las de mayor pureza, como la cola de pescado y pergamino, se utilizan en técnicas artísticas como el temple y la miniatura, así como en la aplicación de oro en la pintura. Las colas menos puras, conocidas como “colas fuertes”, se emplean principalmente como adhesivos. A lo largo de la historia, la mezcla de colas animales con otros materiales, como el yeso, jugó un papel clave en la preparación de superficies pictóricas, especialmente en la pintura sobre tabla (Gómez, 1998, p. 101-102). A partir del siglo XVI, se comenzaron a usar aglutinantes mixtos, combinando colas con resinas y almidones para adaptarse mejor a las telas como soportes pictóricos.

Las materias primas más comunes utilizadas para producir colas de origen animal son:

2.3.1. Pielés

2.3.1.1. Cola de conejo

Se trata de un adhesivo de gran resistencia, elaborado tradicionalmente mediante la cocción prolongada de pieles y cartílagos de conejo. Una vez enfriado, adquiere una apariencia sólida en forma de pastillas o láminas translúcidas de color marrón claro. Ha sido ampliamente empleado en diversas técnicas artísticas, como en la preparación de superficies para pintura sobre tabla y lienzo, donde se mezcla con yeso, así como en la escultura policromada. Asimismo, se utilizó como aglutinante en aplicaciones de pan de oro y en los procesos de encolado e imprimación de soportes pictóricos (Calvo, 2003, p. 61). Las propiedades físicas de esta cola la hacen especialmente adecuada para imprimaciones tradicionales de carácter flexible.

Su preparación exige una fase previa de hidratación, en la que los gránulos deben permanecer en agua fría entre 8 y 12 horas. Posteriormente, se calienta al baño maría a una temperatura controlada, sin superar los 60 °C, para evitar la desnaturación de sus proteínas (Bueno, 2015; Ttamoto, s.f.). Una de sus cualidades más valoradas en conservación es su reversibilidad, ya que puede modificarse o retirarse mediante la aplicación de calor y humedad (Bueno, 2015).

2.3.1.2. Cola de pergamino

La cola animal de pergamino, elaborada a partir de pieles de oveja, cabra o ternera, se obtiene mediante la cocción prolongada de fragmentos de este material en agua, hasta alcanzar una consistencia espesa y transparente. Se trata de un adhesivo de alta calidad que se aplica en caliente y se caracteriza por su notable capacidad de fijación. Desde la Edad Media, ha sido utilizada como aglutinante en diversas técnicas artísticas, como la pintura al temple y mural, así como en la encuadernación y en la preparación de yesos pictóricos (Pedrola, 1998, p. 32).

Es especialmente valorada por su estabilidad frente a la humedad y su excelente compatibilidad con materiales históricos. Estas cualidades la convierten en

una opción eficaz en procesos de restauración de documentos y manuscritos antiguos, donde la afinidad química con el soporte original resulta esencial (Bailach et al., 2011; *Encuadernación al poder*, 2018).

2.3.2. Huesos, tendones y cartílagos

A partir de estos tejidos se obtienen colas muy resistentes, como la cola fuerte de carpintero y la cola de Flandes.

2.3.3. Residuos de pescado

2.3.3.1. Cola de pescado

Es un adhesivo natural obtenido principalmente de las vejigas natatorias del esturión, aunque también puede elaborarse con residuos pesqueros ricos en colágeno, como escamas o cabezas (Pedrola, 1998). Destaca por su alta calidad, transparencia y elasticidad, cualidades que la hacen ideal para acabados finos y restauraciones delicadas en arte gráfico y pintura (Bueno, 2015).

Su fabricación casera, especialmente para uso en madera, consiste en hidratar restos de peces, cocerlos a baja temperatura (menos de 80 °C), colar, moldear y secar. El proceso de obtención del isinglass requiere técnicas específicas: las vejigas se remojan en agua (proporción 1:10) durante 24 horas, se amasan hasta obtener una masa homogénea y se calientan en baño maría sin superar los 60 °C, preservando así sus propiedades ópticas. Estudios muestran que el esturión produce entre 10 y 15 veces más isinglass por peso que otras especies, y que su cola es la más homogénea y resistente (Bueno, 2015).

2.3.3.2. Diferencias entre isinglass y cola líquida de pez

El isinglass se caracteriza por su pureza y transparencia, siendo preferido en restauraciones que requieren geles finos y estables, como en papel y textiles. En cambio, la cola líquida de pez se obtiene de diversas partes de peces (pieles, espinas, cartí-

lagos), lo que reduce su pureza y genera impurezas; por ello, se usa más en carpintería, encuadernación y adhesivos generales. La principal diferencia radica en la materia prima y el grado de pureza.

Tabla 2

Comparación entre el isinglass y cola líquida de pez.

Característica	Isinglass	Cola líquida de pez
<i>Origen</i>	Vejiga natatoria de esturión (principalmente)	Pieles, espinas, cartílagos y vejigas de varios peces
<i>Pureza</i>	Muy alta	Menor, contiene más impurezas
<i>Transparencia</i>	Muy transparente	Menos transparente, puede ser amarillenta
<i>Aplicaciones</i>	Restauración de obras delicadas, papel, textiles	Adhesivo general, carpintería, encuadernación
<i>Forma de presentación</i>	Láminas o escamas secas	Líquida o bloques sólidos
<i>Proceso de obtención</i>	Muy selectivo y cuidadoso	Menos selectivo, mezcla de tejidos

Nota. Elaboración propia.

2.3.4. Derivados lácteos

2.3.4.1. Cola de caseína

Adhesivo de origen proteico, derivado de la caseína, la principal proteína de la leche y el queso. Es un material blanco o incoloro. No es soluble en agua, por lo que se usa en forma de sales (caseinatos), como las de sodio, potasio, amonio (reversibles) y calcio (irreversible).

Se ha utilizado desde la Antigüedad como adhesivo y aglutinante, especialmente en pintura al temple, encolado de textiles, encuadernación, entre otros. También fue común en carpintería, mezclada con cal, como “cola fría”. Aunque

eficaz, presenta limitaciones: no es compatible con pigmentos sintéticos ni taninos, y su película es dura y quebradiza, por lo que requiere plastificantes como la glicerina.(Calvo, 2003, p. 52).

3. Metodología de la revisión

3.1. Tipo de revisión

Se realizó una revisión bibliográfica descriptiva-analítica sobre colas grenetinas aplicadas a conservación y restauración del patrimonio cultural. El carácter descriptivo permite sistematizar conceptos fundamentales (estructura molecular del colágeno, propiedades físico-químicas, métodos de obtención), mientras el enfoque analítico facilita la comparación crítica entre tipos de colas, evaluación de ventajas/desventajas, y análisis de su comportamiento en diferentes condiciones ambientales.

3.2. Fuentes de información

Se priorizaron fuentes publicadas entre 1998-2025 que abordaron aspectos técnicos, químicos y prácticos de las colas animales en contextos de conservación patrimonial. Se consultaron fuentes especializadas, materiales para restauración, química de proteínas y colágeno, incluyendo:

- Manuales técnicos de referencia (Calvo, 2003; Pedrola, 1998; Gómez, 1998).
- Artículos científicos sobre caracterización de adhesivos proteicos (Bailach et al., 2011; Bueno, 2015).
- Estudios de caso sobre aplicaciones en restauración (Del Pino, 2004; Raggio, 2011; Salto & Zhagüi, 2018).
- Investigaciones sobre deterioro y factores ambientales (Martin-Rey et al., 2011; Palla et al., 2020).

3.3. Criterios de análisis

- Caracterización química y física (composición, peso molecular, propiedades ópticas).
- Comparación según origen (pieles, huesos, pescado, lácteos).
- Evaluación de métodos de preparación (hidrólisis térmica, concentración, formatos comerciales).
- Análisis de aplicaciones en restauración (adhesivo, consolidante, aglutinante).
- Identificación de factores de deterioro y condiciones óptimas de conservación.

5. Análisis

5.1. Propiedades físico-químicas de las colas grenetinas

Las colas grenetinas se obtienen al hervir restos animales de sus diferentes partes del cuerpo, hasta formar una “goma natural” que se disuelve en baño María. Según el origen y el tratamiento durante la extracción y preparación, varían en aspecto, composición química y propiedades físicas. Por ejemplo, la cola de conejo puede contener pequeñas cantidades de cola bovina para aumentar su resistencia (Bailach et al.).

La pureza determina en gran medida su uso, ya que el peso molecular y la presencia de impurezas afectan las propiedades resultantes. La fuerza de gel, que indica la resistencia de la cola, se mide en valores Bloom o gramos. Las colas de piel, pergamino y gelatinas de pescado, debido a ser más puras, presentan un mayor poder cohesivo y propiedades mecánicas equilibradas. Sin embargo, las colas menos refinadas, con más impurezas, tradicionalmente se han utilizado como adhesivos por su mayor fuerza adhesiva. Según la tabla de Bailach et al., la cola de piel de conejo se encuentra entre las que muestran una fuerza de gel media a alta.

Tabla 3

Tabla de las características físico-químicas y propiedades de las colas.

PROPIEDADES	Peso molecular	Fuerza de gel/ Bloom	Viscosidad	Fuerza mecánica	Elasticidad	Tensiones con fluctuación de HR	Estabilidad en ambiente fluctuante
1.Cola de huesos	Bajo a medio	Baja a media	Baja a media	Baja a media	Más que 2	Medias	< 2 y 3
2.Cola de pieles	Alto	Alta	Media a muy alta	Media a alta	Menos que 1 y fuentes acuáticas	Altas	> 1
3.Cola de piel de conejo	Alto	Alta	Alta a muy alta	Alta	Más que 2	Altas	< 2
4.Gelatina de mamíferos	Medio a alto	Alta	Media a alta	Media a alta	Menos que fuentes acuáticas	Medias a altas	< 5
5.Isinglass	Alto altísimo	Medio a alta	Muy alta a altísima	Alta	Más que 2	Muy altas	> 4
6.Cola líquida de pez	Bajo	-	Alta	Media	Más que 2	Medias	< 2

Nota. Obtenido de Bailach et al., 2011, p. 20.

5.1.1. Elasticidad y plasticidad

El film de cola sufre deformaciones ante un esfuerzo mecánico. La elasticidad del film de cola va a depender de su peso molecular y del grado de renaturalización que se da durante la gelificación y secado. Aumenta con altas proporciones de moléculas de elevado peso molecular y altos grados de renaturalización, pero se debe tener en cuenta que en la restauración, en ningún caso el adhesivo o consolidante debe ser más rígido que el material original.

El grado de renaturalización, es el proceso de la molécula que ha sido desnaturalizada recupera su estructura original. Durante el secado del adhesivo, algunas proteínas vuelven a formar enlaces similares al original, lo que mejora la cohesión y elasticidad.

5.1.2. Propiedades ópticas

Las colas más claras son la de más pureza y mejor calidad, pero también existen colas de baja calidad que son tratadas con agentes blanqueantes que aclaran su

tono y debilitan su estructura por causa de las impurezas. En usos de restauración, es necesario que la cola presente una coloración nula y buena transparencia.

5.1.3. Peso molecular

“Las colas animales presentan un peso molecular medio de 20.000 a 250.000 g/mol. Por norma general, las colas de altos pesos moleculares, como la cola de piel, tendrán una fuerza de gel superior, y por lo tanto gelificarán antes y formarán enlaces más fuertes” (Bailach et al., 2011). El peso molecular elevado, se refiere a que si las moléculas son más largas y complejas aumenta la cohesión interna del material y su elasticidad, ya que pueden entrelazarse entre sí, formando un red resistente y flexible.

5.1.4. Fuerza cohesiva

La fuerza de la cola, es la resistencia ante una rotura. En las intervenciones de restauración, es preferible una cola más débil pero elástica, antes que una rígida, ya que su poca elasticidad hace que se rompa ante un impacto y puede dañar el material original al ser más dura que este.

Mientras que la fuerza cohesiva es la capacidad de un material a mantenerse unida con otra superficie gracias a su estructura molecular y enlaces intramoleculares. La fuerza cohesiva de la cola será mayor cuanto sea la distribución del peso molecular y la renaturalización.

5.1.5. pH

Las colas provienen del colágeno en la que puede extraerse de diferentes partes, pero las sustancias derivadas del colágeno son muy sensibles a los cambios de pH. El colágeno es una molécula anfótera, se encuentra en su forma ionizada con carga eléctrica neutra, pero al contacto con otras sustancias ionizantes como los ácidos y álcalis, pueden introducir cargas adicionales que influyen en las propiedades de la cola.

5.1.6. Tiempo de secado

Se producen tres mecanismos: la migración de agua al soporte (en caso de materiales porosos), la gelificación y la evaporación de agua (Bailach Bartra et al., 2011). Antes de que seque totalmente, pasa por una fase de adherencia incompleta pero suficiente para mantener unidas las superficies. Cuando ya gelifica, la velocidad de la pérdida de agua estará determinada por la temperatura y HR. Si hay mayor temperatura habrá menor tiempo de secado, pero un secado lento permite un mayor grado de renaturalización en la matriz.

5.1.6. Reversibilidad

Su característico modo de preparación puede ser repetido en sucesivos ciclos y esta propiedad se mantiene después de un largo envejecimiento, lo que lo vuelve ideal para su reversibilidad. Sin embargo, puede ser impedida por una reticulación oxidativa, debido al envejecimiento o por aditivos como formalina o sales metálicas. En los casos que no se pueda usar agua o vapor para eliminar las colas, se pueden usar enzimas concretas que rompan los enlaces peptídicos y permitan su remoción.

5.1.7. Solubilidad

Las colas de origen animal, al secar y formar la película, son solubles en agua, por lo que es posible la reversibilidad con el uso de agua. Además, su toxicidad es nula.

5.1.8. Tiempo de envejecimiento

Si agregas un aditivo como preservante como el ajo, fenol, timol, Aceite de orégano (*Origanum vulgare*), Tomillo (*Thymus vulgaris*), Kion o jengibre (*Zingiber officinale*) pueden almacenarse durante años; pero si no llevan preservante, duran pocos días. Y para usarlo, se hidrata en agua tibia o vapor de agua.

5.1.9. Análisis crítico de la reversibilidad

La reversibilidad mediante agua y calor, aunque deseable en restauración, presenta limitaciones prácticas. En objetos sensibles a la humedad (papel de algodón, textiles históricos), la aplicación de agua para remoción puede causar daño colateral

(deformación, manchas). Alternativamente, las enzimas proteolíticas (tripsina, papaína) permiten remoción sin humedad excesiva, aunque incrementan costos y complejidad técnica (Bailach Bartra et al., 2011). Esta dualidad exige evaluación caso por caso de la viabilidad de reversión.

5.2. Métodos de preparación: análisis de procesos

5.2.1. Procedimiento general

El proceso inicia con el lavado de los materiales animales, seguido por un pretratamiento ácido o básico, según el tipo de gelatina que se desee obtener. Luego, mediante hidrólisis térmica, se rompen las cadenas de colágeno, dando lugar a la gelatina, que se convierte en gel al enfriarse. Esta mezcla se filtra, concentra, esteriliza y seca hasta formar láminas sólidas que pueden reutilizarse con agua y calor. Se recomienda calentar entre 55 y 63 °C para evitar la pérdida de propiedades adhesivas (Bailach et al., 2011, p. 18-19).

5.2.2. Selección de materia prima

El procedimiento inicia con la elección de tejidos animales ricos en colágeno. La calidad del adhesivo depende directamente de la pureza del colágeno extraído, por lo que la correcta selección de la materia prima es esencial para garantizar un producto de alta eficacia (Bailach et al., 2011).

5.2.3. Limpieza y preparación

Una vez seleccionados los tejidos, estos se someten a un proceso de limpieza destinado a eliminar restos orgánicos no deseados como grasa, carne, sangre y suciedad. Este paso evita contaminaciones que puedan alterar las propiedades del adhesivo. Posteriormente, los materiales se cortan en pequeños fragmentos para facilitar la liberación del colágeno durante la cocción (Foro ArtePulsado, 2012).

5.2.4. Pretratamiento químico

Dependiendo del tipo de gelatina que se desea obtener, los materiales pueden ser sometidos a un pretratamiento ácido (gelatina tipo A) o básico (gelatina tipo B). Este tratamiento altera químicamente el colágeno, facilitando su hidrólisis posterior y determinando las características finales del producto (García López & Armiñana Tormo, s.f.a).

5.2.5. Extracción del colágeno (ebullición)

La extracción se realiza mediante cocción en agua, existiendo dos métodos comunes: en olla a presión (2 a 3 horas) o en olla convencional (6 a 7 horas). Durante esta fase, es necesario retirar periódicamente la espuma superficial compuesta por grasas y proteínas coaguladas. A mitad del proceso, los fragmentos sólidos se retiran y el líquido restante se sigue cocinando hasta lograr una mayor concentración, se recomienda agregar un antifúngico. Finalmente, se eliminan los restos de grasa con papel absorbente para asegurar la pureza de la solución y someterlo a baño maría para una mejor purificación (Bailach et al., 2011; Foro ArtePulsado, 2012).

5.2.6. Hidrólisis térmica

Durante la cocción, el colágeno sufre un proceso de hidrólisis térmica en el que se rompen los enlaces de hidrógeno de las largas cadenas polipeptídicas. Como resultado, se generan fragmentos más pequeños que no se disuelven por completo en agua, sino que se agrupan en micelas, formando una dispersión coloidal. Estas micelas son estabilizadas por la naturaleza anfipática del colágeno, con regiones hidrófilas y lipófilas, aunque pueden desestabilizarse ante variaciones extremas de pH (Vargas, 2015).

5.2.7. Filtrado, concentración y esterilización

La solución obtenida se filtra para eliminar impurezas restantes. Luego, se concentra por evaporación parcial del agua y se somete a un proceso de esterilización. Esto garantiza un producto más estable y libre de agentes contaminantes (Bailach et al., 2011).

5.2.8. Deshidratación

Una vez obtenida la gelatina concentrada, esta se vierte en bandejas para que se enfríe y solidifique en forma de gel. Posteriormente, se corta en bloques o dados pequeños y se deja secar al aire durante aproximadamente cuatro semanas. Durante el secado, el agua se elimina tanto por evaporación como por difusión, permitiendo que las moléculas se acerquen y formen una película sólida. Esta conserva una pequeña cantidad de agua estructural que contribuye a su estabilidad (Bailach et al., 2011).

5.2.9. Enfriamiento

Al bajar la temperatura, las cadenas de gelatina comienzan a reorganizarse formando una red tridimensional aleatoria. Esta estructura le otorga al material su característica capacidad para formar geles que endurecen con el frío y permiten su adhesión a distintas superficies (García & Armiñana, s.f.a).

5.2.10. Almacenamiento y presentación

La cola animal deshidratada puede presentarse en diversas formas: tabletas, gránulos o láminas, según su aplicación posterior. Estas presentaciones facilitan su almacenamiento, transporte y dosificación para usos específicos en restauración y conservación (Foro Arte Pulsado, 2012).

5.2.11. Preparación para el uso

Para su aplicación, el adhesivo debe rehidratarse en agua fría y calentarse cuidadosamente hasta alcanzar entre 55 y 63 °C. Superar los 80–90 °C puede dañar las cadenas de gelatina y reducir su eficacia adhesiva. Una de sus principales ventajas es su capacidad de reutilización mediante ciclos de secado, hidratación y gelificación sin pérdida significativa de sus propiedades (Bueno, 2015; Bailach et al., 2011).

5.3. Aplicaciones en restauración

5.3.1. Adhesivo

La cola animal ha sido tradicionalmente utilizada como adhesivo orgánico en la unión de materiales como madera, papel, cuero, tela y yeso. Su aplicación se extiende desde la fabricación y restauración de muebles, encuadernaciones y obras de arte, hasta la reintegración estructural de objetos patrimoniales. En restauración, destaca su empleo en engrudos con harinas y aditivos, así como en procesos específicos como el sentado del color en pintura mural, técnica mediante la cual se asegura nuevamente la adhesión de capas pictóricas levantadas.

Su eficacia se basa en el entrelazamiento de las cadenas proteicas que, al enfriarse, generan una matriz sólida y cohesiva. A pesar de la existencia de adhesivos sintéticos, la cola animal sigue siendo valorada por su reversibilidad, compatibilidad con materiales históricos y comportamiento predecible en ambientes controlados.

Entre las variantes más empleadas se encuentra la cola de conejo, ampliamente reconocida por su elevada capacidad adhesiva y estabilidad. Según Del Pino (2004), “tiene muy buenas características y un buen poder adhesivo, por lo que su empleo está muy extendido en el mundo de la restauración” (p. 223). También se emplea la cola de esturión, especialmente apreciada por su pureza y baja coloración, ideal para intervenciones en papel, pergamino o arte gráfico, donde se requiere precisión sin alterar visualmente la superficie original.

Ejemplos comunes de aplicación incluyen la adhesión de fragmentos desprendidos en pintura mural al seco, encuadernaciones antiguas o estructuras de madera dañadas. De acuerdo con Salto y Zhagüi (2018), esta sustancia permite formar enlaces resistentes y reversibles, característica esencial en intervenciones donde la posibilidad de revertir el tratamiento sin dañar el soporte original es prioritaria.

5.3.2. Aglutinante

Como aglutinante, la cola animal cumple la función de mantener unidas partículas de pigmento o cargas inertes, formando capas pictóricas estables. Ha sido un componente fundamental en técnicas tradicionales como la pintura al temple, las

esculturas policromadas, los manuscritos iluminados y las preparaciones de superficies con yeso o blanco de España.

Esta función fue adaptándose a lo largo del tiempo. Por ejemplo, a partir del siglo XV, en el uso de soportes textiles, se incorporaron plastificantes para mejorar su elasticidad (Bailach et al., 2011, p. 18). En técnicas como el temple a la cola, los pigmentos se mezclan con una solución coloidal, generando una película de buena adherencia y resistencia.

Las colas suaves, como las de conejo o pergamino (también conocida como cola de guantes), son especialmente valoradas por su bajo nivel de coloración y su compatibilidad con materiales sensibles. La cola de pergamino, obtenida de piel de cordero o cabrito, aunque menos común, ha sido utilizada en la elaboración de temples por su comportamiento mecánico y óptico favorable. Del Pino Díaz (2004) menciona que esta cola “ha sido parte de los temples más usados como aglutinante” (p. 68).

García y Armiñana (s.f. a) señalan que “el término ‘cola’ se emplea de manera genérica para definir a todas aquellas sustancias que tienen la capacidad de mantener unidas, firmemente, las partículas de pigmentos entre sí y con el soporte” (p. 4), subrayando su papel esencial como aglutinante en técnicas tradicionales como la acuarela o el temple.

5.3.3. Consolidante

La cola animal se emplea como consolidante por su capacidad de penetrar materiales porosos y su fuerza cohesiva al secar, lo que la hace eficaz para estabilizar materiales frágiles como madera, estratos pictóricos o papel. Su versatilidad permite preparar soluciones de distintas concentraciones y viscosidades que se adaptan a cada intervención, y su reversibilidad mediante calor o agua la convierte en una opción preferida en conservación. No obstante, su naturaleza higroscópica y vulnerabilidad biológica pueden afectar su estabilidad a largo plazo, por lo que se prefieren colas refinadas, como las grenetinas, por su menor contenido de impurezas y coloración.

Según Bailach et al. (2011), “las gelatinas son materiales muy puros, de escasa coloración y fracciones proteicas de alto peso molecular. [...] Los tipos de colas menos refinados fueron usados tradicionalmente como adhesivos, ya que las impurezas aumentan su fuerza adhesiva” (p. 19). Por ejemplo, la cola de esturión se usa en pinturas murales con desprendimientos para consolidar sin alterar la superficie, y su eficacia también se ha comprobado en textiles, papeles antiguos y zonas de pintura debilitada. García y Armiñana (s.f. a) afirman que “las colas de origen animal, menos la caseína, al secar y una vez formada la película, son solubles en agua [...], por esa razón, ofrecen muy buenos resultados cuando se aplican como aglutinantes para la preparación de aparejos y pinturas al agua” (p. 5), evidenciando así su utilidad en consolidación reversible.

5.3.4. Aditivo

La cola animal puede ser usada como aditivo, en caso existieran “problemas de adhesión entre capas como son los levantamientos, cazoleta o abolsados, se tendrá que introducir un adhesivo que la restituya y a veces presionar para que esta adhesión sea correcta”. (Villarquide, 2005).

La aplicación del adhesivo se insertará en los huecos existentes del material, ya que se trata de pegar los estratos que no están unidos, situándose entre las dos superficies sin adherencia para mantenerlas unidas. Este tratamiento suele ser usado de manera localizada en la obra y siempre debe interponerse una protección, como por ejemplo: papel siliconado, entre la obra y el objeto.

5.3.5. Impermeabilizante

El impermeabilizante se puede aplicar con las colas animales al 10%, con el fin de darle estabilidad al bien para no permitir la dilatación y contracción en demasía. La dilatación ocurre frecuentemente en invierno; y al contrario, con la contracción ocurre en verano, pero si no se aplica el impermeabilizante a la madera, hará que se raje y ondule. Además, el impermeabilizante permite una mejor adherencia a la base de preparación.

5.3.6. Ejemplos de aplicación

En la restauración de pinturas murales, la cola de conejo diluida es un adhesivo natural ampliamente utilizado debido a sus propiedades únicas. Se emplea para consolidar capas pictóricas desprendidas, facilitando la adhesión de pigmentos sin generar brillos ni modificar el color original, lo que garantiza la preservación estética y material de la obra. Esta cola, al ser biodegradable y reversible, permite intervenciones futuras sin dañar el soporte original, lo que la hace ideal para proyectos de restauración que requieren respeto por los materiales históricos y la posibilidad de ajustes posteriores (Arahart, 2025).

Para la reintegración de fragmentos en documentos de pergamino, se utiliza la cola de pergamino, un adhesivo que proporciona una unión firme y reversible. Esta característica es fundamental en la conservación de documentos antiguos, ya que permite la consolidación de fragmentos sin comprometer la integridad del soporte original y facilita la reversibilidad del proceso restaurativo en caso de ser necesario (Raggio, 2011).

En la preparación de aparejos para soportes pictóricos, la cola de esturión destaca por su pureza y transparencia. Estas cualidades la hacen especialmente adecuada para obras de gran delicadeza, ya que no altera la apariencia ni la textura del soporte. La cola de esturión se utiliza para preparar imprimaciones o estucos que sirven de base para la aplicación pictórica, asegurando una adherencia óptima y una superficie homogénea que contribuye a la durabilidad y estabilidad de la obra (Raggio, 2011).

5.4. Factores de deterioro: análisis de vulnerabilidades

Las colas proteicas, extraídas de tejidos animales como piel, huesos o cartílago, han sido utilizadas históricamente como adhesivos debido a su alta capacidad de unión, reversibilidad y compatibilidad con materiales tradicionales (Calvo, 1999). Sin embargo, su naturaleza orgánica y composición rica en proteínas las hacen vulnerables a diversos factores que afectan su estabilidad físico-química con el paso del tiempo (Bailach, Gómez & Calvo, 2011).

5.4.1. Humedad relativa

Estos adhesivos son altamente higroscópicos, es decir, absorben y liberan humedad ambiental con facilidad. Cuando la humedad relativa excede el 65 %, las colas tienden a ablandarse, perdiendo su capacidad adhesiva y promoviendo el crecimiento de microorganismos como hongos y bacterias (Calvo, 1999). En contraste, niveles inferiores al 40 % provocan su sequedad y fragilidad, lo que incrementa la probabilidad de fisuras o craquelado. Asimismo, el agua actúa como catalizador de reacciones químicas como la hidrólisis proteica, acelerando el deterioro estructural del adhesivo (Bailach et al., 2011).

5.4.2. Temperatura

Las variaciones térmicas influyen significativamente en la conservación de colas animales. Temperaturas elevadas inducen la desnaturalización irreversible de las proteínas, afectando su estructura molecular y comprometiendo su funcionalidad adhesiva (Calvo, 1999). Además, el calor favorece reacciones oxidativas, que conllevan cambios cromáticos, pérdida de flexibilidad y disminución de resistencia mecánica, deteriorando la integridad del material (Bailach et al., 2011).

5.4.3. Ataque biológico

Debido a su origen orgánico, las colas proteicas representan un sustrato ideal para microorganismos y ciertos insectos. Las condiciones de humedad y temperatura favorecen el desarrollo de hongos filamentosos y bacterias, las cuales degradan las proteínas mediante enzimas específicas (Pedrola, 2012). Asimismo, insectos xilófagos como polillas o larvas pueden causar daños estructurales considerables en las zonas donde se ha aplicado el adhesivo, especialmente si no existe un control ambiental adecuado.

5.4.4. Influencia del oxígeno, la radiación ultravioleta y la contaminación ambiental

Las colas proteicas animales son especialmente sensibles a factores ambientales que aceleran su deterioro. La exposición al oxígeno atmosférico provoca oxidación

lenta en las cadenas del colágeno, generando fragilidad, pérdida de plasticidad y aparición de grietas. Estos procesos se intensifican con la radiación ultravioleta, que rompe enlaces moleculares y produce amarillamiento, oscurecimiento y disminución del brillo, afectando la estabilidad adhesiva y la apariencia estética (Gómez & Bailach, 2003).

A ello se suma la acción de contaminantes atmosféricos como los óxidos de azufre (SO_x) y de nitrógeno (NO_x), que al combinarse con la humedad generan ácidos capaces de alterar el pH y debilitar la estructura molecular del adhesivo. En conjunto, estos factores reducen la eficacia de las colas animales, aceleran su envejecimiento y comprometen su conservación a largo plazo (Calvo, 1999).

5.4.5. Envejecimiento natural

Incluso en condiciones controladas, las colas proteicas experimentan un envejecimiento intrínseco. Este proceso implica la pérdida progresiva de propiedades adhesivas, endurecimiento, fisuración y cambios cromáticos, asociados principalmente a reacciones de oxidación lenta y a la hidrólisis espontánea de las proteínas (Gómez & Bailach, 2003). Estas alteraciones son comunes en tratamientos antiguos y pueden comprometer la estabilidad de los objetos restaurados con este tipo de adhesivos.

5.4.6. Estrategias de mitigación y control preventivo

Las vulnerabilidades identificadas (humedad, temperatura, ataque biológico, oxidación) pueden controlarse mediante:

- **Control ambiental:** Mantenimiento de HR 45-55% y temperatura 18-22°C reduce significativamente riesgo de ablandamiento o fragilización (Calvo, 1999). Aunque costoso, este control es estándar en reservas museísticas profesionales.
- **Biocidas naturales:** La incorporación de aceites esenciales (orégano, tomillo) o extractos de ajo durante preparación extiende vida útil sin alterar reversibilidad (Martin-Rey et al., 2011). Estudios demuestran eficacia an-

tifúngica comparable a biocidas sintéticos (fenol, timol) sin su toxicidad.

- Monitoreo periódico: Inspección visual semestral de objetos tratados permite detectar signos tempranos de deterioro (cambio de color, ablandamiento, ataque fúngico) y aplicar tratamientos correctivos antes de daño severo.

Comparativamente, adhesivos sintéticos como acrílicos presentan mayor estabilidad dimensional y resistencia biológica, pero su irreversibilidad o difícil reversión los hace menos apropiados para el patrimonio cultural donde futuras intervenciones son previsibles (Flores et al., 2017). El balance costo-beneficio debe considerar tanto estabilidad material como compatibilidad deontológica.

6. Conclusiones

6.1. Caracterización descriptiva

Esta revisión ha sistematizado las propiedades físico-químicas fundamentales de las colas grenetinas: su origen en la hidrólisis del colágeno, composición proteica rica en glicina y prolina, peso molecular variable (20,000-250,000 g/mol), y propiedades distintivas como elasticidad, reversibilidad en agua y transparencia (en colas nobles). Se confirmó que la pureza determina su uso: colas suaves (grenetinas) para consolidación y aglutinación, colas fuertes para adhesión estructural.

Los métodos de obtención (selección, limpieza, pretratamiento químico, hidrólisis térmica, deshidratación) son consistentes independientemente del origen animal, variando principalmente en temperatura y duración según tipo de tejido procesado.

6.2. Evaluación analítica comparativa

El análisis comparativo según origen evidenció diferencias significativas:

- Piel (conejo, pergamino): Mayor pureza, transparencia, elasticidad. Óptimas para consolidación de estratos pictóricos donde la alteración visual debe minimizarse.

- Huesos y cartílagos: Mayor fuerza adhesiva por contenido de impurezas, apropiadas para uniones estructurales, pero menor reversibilidad.
- Residuos de pescado (ictiocola): Máxima pureza y homogeneidad, ideales para intervenciones delicadas en papel y textiles, pero costo elevado limita accesibilidad.
- Derivados lácteos (caseína): Resistencia al agua, pero irreversibilidad (caseinato de calcio) contradice principios contemporáneos de restauración.

Las ventajas confirmadas incluyen reversibilidad mediante agua/calor/enzimas, compatibilidad química con materiales históricos (madera, yeso, textiles), toxicidad nula, y biodegradabilidad. Sin embargo, las desventajas significativas son higroscopicidad extrema (HR >65% causa ablandamiento, <40% causa fragilización), vulnerabilidad al ataque biológico (hongos, bacterias, insectos), y sensibilidad a oxidación y radiación UV que causa amarillamiento y pérdida de elasticidad.

Frente a adhesivos sintéticos (acrílicos, acetatos de polivinilo), las colas gretninas son superiores en reversibilidad y compatibilidad histórica, pero inferiores en estabilidad dimensional y resistencia biológica. Su uso debe contextualizarse: apropiadas para objetos en ambientes controlados (museos, reservas), menos apropiadas para exposiciones variables o exteriores.

6.3. Evaluación analítica comparativa

- Selección basada en contexto: Usar ictiocola para intervenciones delicadas visibles, cola de conejo para imprimaciones y consolidación general, cola fuerte para adhesión estructural no crítica.
- Control ambiental obligatorio: Mantener HR 45-55% y temperatura 18-22°C para garantizar estabilidad a largo plazo. Monitoreo semestral de objetos tratados.
- Uso de biocidas naturales: Incorporar aceites esenciales (orégano, tomillo, jengibre) o extracto de ajo en preparaciones para extender la vida útil sin comprometer reversibilidad.
- Documentación exhaustiva: Registrar tipo de cola, concentración, método

de aplicación y condiciones ambientales para facilitar futuras intervenciones.

- Evaluación caso por caso: No asumir superioridad universal de colas naturales vs sintéticas. Analizar requisitos específicos (estabilidad dimensional vs reversibilidad, visibilidad post-intervención, presupuesto) antes de seleccionar material.

Referencias bibliográficas

- Albarrán, V. (2010). *Colas orgánicas de origen animal*. <https://core.ac.uk/download/pdf/286564689.pdf>
- Arahart. (2025). *¿Qué es la cola de conejo y cómo utilizarla para tus proyectos artísticos y de restauración?*. Arahart. <https://www.arahart.com/blog/que-es-la-cola-de-conejo-y-como-utilizarla-para-tus-proyectos-artisticos-y-de-restauracion/>
- Bailach, C., Fuster, L., Yusa, D. J., Talens, P., y Vicente, S. (2011). *Gelatinas y colas para el uso en tratamientos de restauración*. Estado de la cuestión. Arché, (6), 17-22. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33041/2012_6-7_17-22.pdf?sequence=1
- Bermeo-Lema, J. C. (2020). *Medidas de conservación preventiva empleadas para el transporte de obras de arte y materiales pictóricos en el comercio artístico entre Sevilla y Tierra Firme durante el siglo XVI*. Ge-conservación, 18, 183–197. <https://ge-iic.com/ojs/index.php/revista/article/view/764>
- Bueno, J. y Vázquez, E. (2015). Análisis de la vejiga de esturión como adhesivo en creaciones artísticas y su empleo en conservación y restauración de Bienes Culturales. *Estudio y Conservación del Patrimonio Cultural*. Actas Málaga, 2015, 138-141. ISBN: 978-84-608-2452-7 <https://digital.csic.es/handle/10261/126234>
- Bueno, J. (2015). *La ictiocola de esturión. Caracterización y empleo en creaciones artísticas y en restauración de bienes culturales*. <https://www.torrossa.com/en/resources/an/4433896#page=17>
- Calvo, A. (1999). *La consolidación de materiales orgánicos e inorgánicos en conservación y restauración*. Ministerio de Educación y Cultura.
- Calvo, A. (2003). *Conservación y restauración, materiales, técnicas y procedimientos de la A a Z*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/838823048/Conservacion-y-restauracion-materiales-te-cnicas-y-procedimientos-de-la-A-a-Z-Ana-Calvo>

- Ceballos, A., Freyre, S., Mosquera, L., Saavedra, J. y Zúñiga, L. (2018). *Microfotografía: generalidades en la matriz extracelular, colágeno y piel*. Morfolia, 10(3), 26-46. https://www.researchgate.net/profile/Jhan-Saavedra-Torres/publication/331223017_Microfotografia_generalidades_en_la_matriz_extracelular_colageno_y_piel/links/5c6cee614585156b570aa785/Microfotografia-generalidades-en-la-matriz-extracelular-colageno-y-piel.pdf
- Chacón, A., Mostue, M., Moreno Morales, S. y Prin, J. (2023). *Análisis químico de colágeno en piel de cola de atún (Thunnus atlanticus) en medio ácido*. Revista Espamcien-
cia, 14(1), 47-55. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9138856>
- CTS España. (s.f.). *Fenol líquido*. Recuperado el 1 de junio de 2025, de <https://shop-espana.ctseurope.com/349-fenol-liquido>
- Del Pino Díaz, C. (2004). *La pintura mural. Conservación y restauración*. Ediciones del Serbal.
- Dhonatan DH [El Manazas]. (2020). *Cómo preparar cola animal casera* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=WuA0VkFFJwA&ab_channel=ElManazas
- Encuadernación al poder. (2018, febrero). *Los adhesivos en encuadernación*. <https://encuadernacionalpoder.blogspot.com/2018/02/encuadernacion-restauracion-adhesivos-cola-pegamentos.html>
- Fernandez, J. y Vélez, L. (2024). *Técnicas de extracción de colágeno: Aplicaciones y tendencias científicas*. Manglar, 21(3), 391-399. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2414-0462024000300391&script=sci_abstract
- Flores, L., Simón, J., y Grafiá, J. (2017). *Estudio del comportamiento de adhesivos sintéticos y de sus propiedades físico-mecánicas aplicados sobre soporte lúneo*. <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/101233/Art.%2014%20111-118.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Foro Arte Pulsado. (2012). *Preparación de cola animal para restauración*. <https://guitarra.artepulsado.com/foros/index.php?threads%2Freceta-para-fabricar-cola-animal-con-metodo-tradicional.19387%2F>
- García, A., & Armiñana, J. (s.f. a). *Procedimientos y técnicas pictóricas*. UNIDAD TEMÁTICA Nº 7 AGLUTINANTES PICTÓRICOS Y SUSTANCIAS COADYUVANTES. Universidad de Murcia. Recuperado de <https://www.um.es/documentos/4874468/10241949/u.t.-7.-aglutinantes-pictoricos-y-sustancias-coadyuvantes>.

[pdf/9d5e1cc7-e49d-4286-8959-2ce487a6991d](https://www.um.es/documentos/4874468/10241949/u.t.-9.-las-tecnicas-pictoricas-generalidades-y-clasificacion.pdf/80606a09-ecc1-4e23-b8d3-9405d7ec8469)

- García, A., & Armiñana, J. (s.f. b). *Procedimientos y técnicas pictóricas*. UNIDAD TEMÁTICA N°9 LAS TÉCNICAS PICTÓRICAS: GENERALIDADES Y CLASIFICACIÓN. Universidad de Murcia. Recuperado de <https://www.um.es/documentos/4874468/10241949/u.t.-9.-las-tecnicas-pictoricas-generalidades-y-clasificacion.pdf/80606a09-ecc1-4e23-b8d3-9405d7ec8469>
- Gómez, Maria (1998). *La restauración: examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/603635661/LA-RESTAURACION-Examen-cientifico-aplicado-a-la-conservacion-de-obras-de-arte>
- Gómez, M. & Bailach, S. (2003). *Estudio de colas animales en restauración*. Escuela de Arte y Superior de Diseño de Valencia.
- González, A. (2 de agosto, 2024). *Las colas de animales, un material indispensable en restauración*. Página web [Patrimonio global]. Obtenido de <https://www.patrimonioglobal.es/las-colas-de-animales-un-material-indispensable-en-restauracion/>
- Instituto valenciano de ozonoterapia [IVO3T]. (27 febrero, 2022). *Colágeno: Dosis recomendada*. <https://www.institutovalencianodeozonoterapia.com/colageno-dosis-recomendada/>
- IVO3T. (2022). *Colágeno: Dosis Recomendada*. <https://www.institutovalencianodeozonoterapia.com/colageno-dosis-recomendada/>
- Lázaro, D. (2023). *Preparación y remoción de adhesivos usados en conservación y restauración de bienes culturales*. En Cuarta asignatura: Conservación y restauración de fotografía en papel. Obtenido en https://www.academia.edu/110978699/Preparacion_y_remocion_de_adhesivos_usados_en_conservacion_y_restauracion_de_bienes_culturales
- Luque, V. (2009). *Estructura y propiedades de las proteínas*. https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf.
- Martin, S., Lee, Y., y Doménech, T. (2011). *Evaluación del empleo de biocidas naturales en mezclas adhesivas de base proteica*. Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València. <https://core.ac.uk/download/pdf/18319148.pdf>
- Palla, F., et al. (2020). *Essential Oils as Natural Biocides in Conservation of Cultural Heritage*. En Microorganisms in the Deterioration and Preservation of Cultural Heritage (pp. 1-22). <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-69411-1>

- Pedrola, A. (1998). *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas*. https://proassets-pdlcom.cdnstatics2.com/usuaris/libros_contenido/arxiu/41/40824_Materiales_procedimientos_tecnicas_pictoricas.pdf
- Pedrola, A. (2012). *Materiales de adhesión y consolidación empleados en la conservación de obras de arte*. Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/f88cb42c-7cfb-46f0-95e6-0ee53649fbae/content>
- Raggio, P. (2011). Aplicación de técnicas de restauración a 3 pinturas de caballete [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio UChile. https://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/ar-raggio_p/pdfAmont/ar-raggio_p.pdf
- Restauro Online. (2017). *Cola de esturión en pellets para encuadernación y restauración*. https://www.restauro-online.com/epages/63807438.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/63807438/Products/262
- Salto, D. & Zhagüi, N. (2018). *Obtención de pinturas a base de pigmentos minerales utilizando dos aglutinantes naturales y uno sintético*. Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/29414>
- Schmedt. (s.f.). Cola de esturión en pellets (vejiga de pescado) | Adhesivo para restauración. <https://www.schmedt.es/cola-de-esturion-en-pellets-vejiga-de-pescado-para-encolado-con-poca-tension/36013100>
- Ttamayo Tienda. (s.f.). Cola de Conejo Nacional. México. <https://tienda.ttamayo.com/producto/cola-de-conejo-nacional/>
- Universidad de Sevilla. (2022, noviembre). *Adhesivos orgánicos empleados en la restauración de bienes culturales: preparación de los más habituales*. https://tv.us.es/media/1_mf7l0xdl
- Villarquide, A. (2005). *La pintura sobre tela II Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*. Editorial Nerea.