



TFG Trabajo Fin de Grado

CAMBIOS CROMÁTICOS EN LA PINTURA DE VAN GOGH

Autor/a: Ana Jáuregui López

Tutor/a: M^a Rosario Blanc García

Línea del Trabajo Fin de Grado: Examen científico: estudio de materiales, procesos técnicos de ejecución y/o intervención

Convocatoria: Septiembre

Curso académico: 2014-2015

Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales

“El plagio, entendido como la presentación de un trabajo u obra hecho por otra persona como propio o la copia de textos sin citar su procedencia y dándolos como de elaboración propia, conllevará automáticamente la calificación numérica de cero. Esta consecuencia debe entenderse sin perjuicio de las responsabilidades disciplinarias en las que pudieran incurrir los estudiantes que plagien.

Las memorias entregadas por parte de los estudiantes tendrán que ir firmadas sobre una declaración explícita en la que se asume la originalidad del trabajo, entendida en el sentido de que no ha utilizado fuentes sin citarlas debidamente.”

(Normativa TFG, UGR, 2013)

Declaro que se trata de un trabajo original

En _____ a ____ de _____ de _____

Fdo. _____

ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	2
1. Contexto histórico y cultural.....	2
1.1. El impresionismo.....	7
1.2. El postimpresionismo	10
2. El óleo.....	12
2.1. Evolución de la técnica.....	12
2.2. La paleta tradicional frente la paleta impresionista.....	14
2.3. La creación de los tubos de pintura	20
3. Vincent van gogh.....	23
3.1. Biografía	23
3.2. Materiales que constituyen la obra de van gogh.....	39
3.2.1. El soporte	39
3.2.2. La paleta cromática de van gogh	43
4. Deterioros de la obra de van gogh	57
Objetivos.....	59
Metodología	60
Estudio de los deterioros	63
1. Cambios cromáticos del pigmento amarillo de cromo	63
2. Cambios cromáticos del pigmento amarillo de cadmio.....	65
3. Cambios cromáticos del pigmento rojo de minio o rojo de plomo.....	67
4. Cambios cromáticos del pigmento laca geranio	68
Resultados y discusión.....	69
1. Cambios cromáticos del pigmento amarillo de cromo	69
2. Cambios cromáticos del pigmento amarillo de cadmio.....	75
3. Cambios cromáticos del pigmento rojo de minio o rojo de plomo.....	78
4. Cambios cromáticos del pigmento laca geranio	80
Posibles medidas de conservación y restauración	82
Conclusiones.....	84
Bibliografía.....	86
Índice de imágenes.....	91
Anexo.....	95

RESUMEN

Vincent Van Gogh, uno de los grandes coloristas por excelencia dentro de la Historia del Arte, era consciente de que el paso del tiempo atenuaría la luminosidad de sus colores. Desde mediados del siglo XIX los artistas se han desvinculado de la fabricación de los materiales destinados a su oficio debido a que la ciencia moderna y la revolución industrial dieron lugar al nacimiento de nuevos pigmentos que ampliaron la paleta del artista a un nivel sin precedentes. La adulteración, adición de cargas y uso de materias primas baratas hicieron que estos pigmentos no resultaran tan estables como se hubiera esperado y como consecuencia han producido el deterioro de un número considerable de obras. Este trabajo se centra en el estudio de materiales utilizados por el pintor postimpresionista Vincent Van Gogh, con el fin de esclarecer por qué se están produciendo cambios cromáticos en sus pinturas. Para ello se ha efectuado una revisión bibliográfica de multitud de estudios e investigaciones relacionadas con este tema, así como la lectura de los propios escritos del artista. El resultado es una recopilación de datos que conforman un compendio de los materiales utilizados en el siglo XIX aplicados a la obra de Van Gogh, ilustrando los motivos por los cuales se están deteriorando las pinturas de este maestro del color.

PALABRAS CLAVE

Van Gogh, S.XIX, pigmentos, materiales, deterioro, cromático.

INTRODUCCIÓN

1. CONTEXTO HISTÓRICO Y CULTURAL

La figura de Vincent Van Gogh se enmarca dentro de la segunda mitad del siglo XIX, una época que quedó marcada por importantes cambios culturales, políticos, científicos y tecnológicos. Con la ayuda de estas novedades sociales tan importantes, la sociedad burguesa decimonónica se desarrolló y realizó sus aspiraciones en Francia, convirtiendo a París en la “capital del siglo XIX”.¹

La burguesía se conformó como un fenómeno social que introdujo (incluso impuso) sus propios gustos y costumbres, repercutiendo de manera especial a la vida del campo. Lo que antes era un lugar dedicado en exclusiva al trabajo se convirtió en un espacio de ocio y esparcimiento, tal y como se puede apreciar en las excursiones campestres retratadas por los artistas Monet o Renoir, entre otros (fig. 1.).



Fig. 1. MONET, Claude. *Amapolas en Argentuil* (1873). Museo d’Orsay, París.

¹ FEIST, P. H. (2013) “*Impresionismo: 1860-1920*”. Taschen. Pág.15

Paralelamente, la parte metropolitana de la ciudad creció y evolucionó hasta transformarse en un espacio reservado a la nueva clase burguesa: las calles comenzaron a rebosar de paseantes ociosos en búsqueda de lucimiento y eventos sociales. Cabe destacar en este punto la relevancia que adquirió la vida nocturna, repleta de locales nocturnos, cabarets, ballets y tertulias en los “cafés” (fig. 2.).



Fig. 2. MANET, Edouard. *Bar del Folies-Bergère* (1882). Courtauld Gallery, Londres.

Fue aquella también la época de las “Exposiciones Universales”, eventos creados a modo de escaparates públicos en los que se daban a conocer los adelantos de la industria, el comercio y las artes.

El nacimiento de este tipo de eventos tuvo una repercusión muy visible en el ámbito artístico, y de forma aún más acentuada, en Francia²: *“La génesis y la difusión de la corriente representada por la pintura impresionista necesitaba para su desarrollo la forma de vida y el clima cultural de París”* (Feist, P. H., 2013, p.15).

² FEIST, P. H. (2013) *“Impresionismo: 1860-1920”*. Taschen. Pág.15

Surgió pues, un nuevo arte que se desarrolló en Francia durante el último cuarto de siglo XIX y que superó la encorsetada tradición academicista: el “impresionismo”. Con él comenzó el llamado “arte moderno”, y a partir de su nacimiento las tendencias artísticas comenzaron a recibir el nombre de “ismos”.

El contexto político y social necesario para todas las innovaciones francesas del siglo XIX fue posible gracias al amplio periodo de paz que se desarrolló con el advenimiento de la III República. A partir de 1870 se inició una etapa de estabilidad y prosperidad en toda Europa que favoreció los avances científicos, técnicos, sociales y económicos, y *“que culminó al final de siglo con un hecho sociológico importante: la sociedad vive despreocupada y feliz los llamados años de la «Belle Époque»”* (Preckler, A. M., 2003, p. 319).

Influenciaron también a nivel artístico y formaron parte del contexto histórico y cultural del siglo XIX los desarrollos en el terreno científico y filosófico. El criterio científico comenzó a afectar de forma importante a las corrientes pictóricas, restando valor a todo lo que no fuera clasificable según las leyes del color y la óptica. Se puede destacar, en relación a este aspecto, el establecimiento de las leyes del color de Chevreul, basadas en los siete colores del espectro solar y sus relaciones entre sí. Filosóficamente, el positivismo trajo consigo una concepción de objetividad de la percepción en el ámbito artístico (fig. 3.).

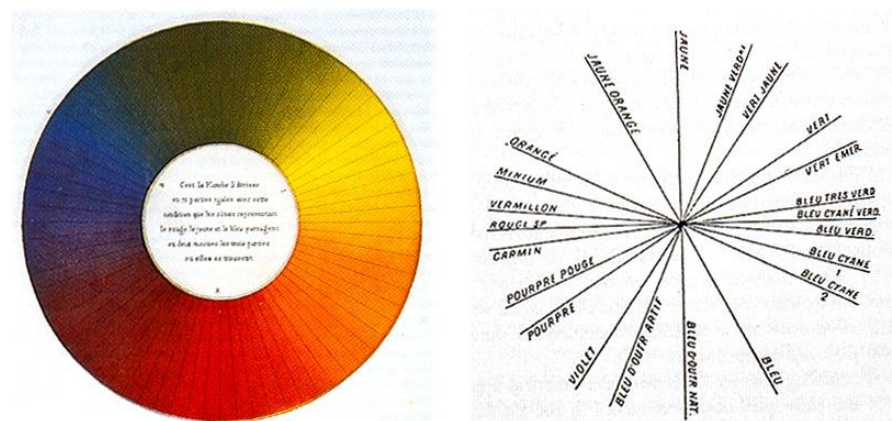


Fig. 3. Chevreul, M. E. Des couleurs et leurs applications aux arts industriels. Al'aide de cercles chromatiques, Paris 1864.

Los avances tecnológicos y el desarrollo de la Revolución Industrial repercutieron de una forma sin precedentes en las artes plásticas, cuyo máximo exponente quizá sea la introducción del óleo en tubo y la generalización de su uso a mitad del XIX. Este invento consiguió que la revolución impresionista fuera posible, ya que tal y como afirmó Renoir: *“Los tubos de colores al óleo, fácilmente transportables, nos permitieron pintar del natural. Sin tubos... no hubiese habido Impresionismo”*. Gracias al tubo de estaño los artistas ya no tuvieron que elaborar cuidadosamente los pigmentos, por lo que apareció por primera vez la posibilidad de abandonar el estudio y las pesadas técnicas de la pintura tradicional.

Cobra especial importancia además, el papel que produjo la creación del ferrocarril, pues por vez primera se experimentó el concepto de “velocidad”. La retina captaba una “realidad distorsionada” que los impresionistas supieron aprovechar y trasladar a sus obras (fig. 4., 5.). Por último, la invención de la fotografía provocó un fuerte impacto en las artes plásticas de la época, ya que trajo consigo el concepto de la instantaneidad y demostró que lo que determina la visión es el color y no el dibujo.³



Fig. 4.



Fig. 5.

Fig. 4. Estación de ferrocarril de Orsay, París

Fig. 5. MONET, Claude. *Estación de Saint Lazare* (1877). Museo de Orsay, París.

³ TARABRA, D. (2008) *“Saber ver los estilos del arte”*. Electa. Pág. 340

Todo este contexto cultural e histórico dio lugar a que en el ámbito artístico lo normal y “reglado” fuera que los artistas expusieran sus obras en el Salón Oficial. Sin embargo, debido al rechazo que sufrieron el nuevo estilo y sus artífices (conocidos como “Los rechazados”), se crearon exposiciones independientes en las que estos últimos pudieron unirse y luchar conjuntamente por sus ideales estéticos.

Al importante rechazo que sufrieron los artistas impresionistas pudo ayudar el hecho de que su obra no respondiese al gusto burgués de la época. El refinado público de finales del siglo XIX no estaba preparado para una revolución como la que se proponía con el nuevo estilo, a pesar de que sí se tuviese el apoyo de los marchantes y vendedores de arte, que colocaban sus cuadros en las mejores colecciones del país.

Esta situación desfavorable, repleta de burlas y duras críticas, fue la que llevó a “los impresionistas” a su éxito y máximo reconocimiento entrado el siglo XX. Los Salones extra-oficiales, las tertulias y los escándalos, más que ayudar al rechazo del estilo, se conformaron como los vehículos propagandísticos del nuevo arte. Al auge del impresionismo le sucederá rápidamente el declive, ya que aparecieron otro tipo de preocupaciones artísticas y nuevas tendencias, englobadas bajo el término genérico de “Postimpresionismo”.

1.1. EL IMPRESIONISMO

Dentro del contexto histórico y cultural de la segunda mitad del siglo XIX surgió un nuevo movimiento artístico: El impresionismo.

Este término, impuesto de modo despectivo por el crítico conservador Louis Leroy al ver la obra de Monet *“Impresión, sol naciente”* en 1874⁴, designó a un grupo de jóvenes pintores que expusieron conjuntamente sus obras en París entre 1874 y 1886, y que causaron una gran revuelta en su época por la novedad de sus planteamientos artísticos (fig. 6.).

La obra de los pintores de este nuevo estilo tuvo como precedente la obra de los artistas realistas; pero al contrario que estos últimos, los impresionistas se interesaron fundamentalmente en retratar con exactitud la percepción del mundo natural tal y como ellos lo veían, sin transmitir ningún mensaje social ni moral.



Fig. 6. MONET, Claude. *Impresión, sol naciente* (1872). Museo Marmottan Monet, París.

⁴ *¡Debí suponerlo! Acabo de decirme a mí mismo que cuando estoy impresionado, tiene que haber una impresión. ¡Y qué libertad, qué ligereza de pincel! Un tapiz en estado original está más elaborado que esta marina.* Fragmento del artículo que publicó Louis Leroy el 25 de abril de 1874, bajo el título de *“Exposición de los impresionistas”* en el periódico Le Charivari.

Las representaciones que interesaron a los impresionistas fueron consideradas únicamente en función de cómo se veían bajo unas condiciones lumínicas determinadas. Dejaron de ser importantes los temas mitológicos y patrióticos, y comenzaron a representarse marinas, paisajes de las afueras de la capital o escenas comunes de la vida cotidiana.

Además del realismo, los impresionistas tienen como precedentes también a los artistas españoles Velázquez y Goya, y absorbieron además, influencias de los paisajistas ingleses (como Turner o Constable) y los procedentes de la Escuela de Barbizón. El grabado y la estampa japonesa, muy de moda en esa época, también participó de forma indirecta en el desarrollo del nuevo arte.⁵

Al principio, la preocupación primaria de los impresionistas fue la calidad de los efectos cambiantes de la luz en la naturaleza y el modo de traducirlos en la pintura, lo que les llevó a un análisis exhaustivo del color y sus matices. Con esta idea, desarrollaron un estilo distintivo de pincelada fragmentada y yuxtaposición de colores puros influenciado por las teorías de armonía de los colores (sobre todo la de Eugene Chevreul, publicada en 1839). El efecto más importante de ello fue que los colores no se obtenían por la mezcla en la paleta, sino por la mezcla óptica en el lienzo, buscando la exaltación de los colores complementarios.⁶

Los impresionistas percibieron además que las sombras no estaban compuestas de un solo matiz. Esto dio lugar a innovaciones tan radicales como la eliminación del color negro en la paleta y su sustitución por tonalidades azuladas o violáceas, provocando duras críticas como la del Albert Wolff a el cuadro de Renoir *“Torso de mujer al sol”*, en las que se refería al torso femenino representado en ella como *“una masa de carne en descomposición”*⁷ (fig. 7.).

⁵ PRECKLER, A. M. (2003) *“Historia del arte universal de los siglos XIX y XX, Volumen 1”* Editorial Complutense. Pág. 323

⁶ VALERO MUÑOZ, A. (2013) *“Principios de color y holopintura”* E.C.U. Pág. 252

⁷ *“Intenten pues, explicar al señor Renoir que el torso de una mujer no es una masa de carne en descomposición con manchas verdes y violáceas, que denotan el estado de completa putrefacción en un cadáver.”* (Albert Wolff - *“Le Figaro”*)

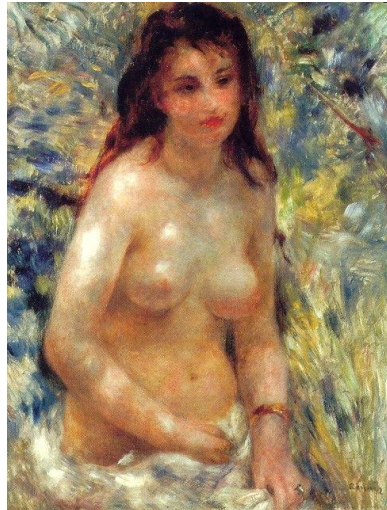


Fig. 7. RENOIR, Pierre-Auguste. *Torso de mujer al sol* (1875). Museo de Orsay, París.

De este modo, los nuevos artistas impresionistas realizaron una investigación radical de la plasmación del color, las sombras y las propiedades reflectoras de la luz sobre la naturaleza. Con los conocimientos adquiridos exploraron los efectos de la luz que recibe el ojo, las características del entorno y las condiciones atmosféricas que predominan en el momento de la percepción.

Se creó así un arte subjetivo, en el que los colores dependen del órgano de la percepción, y donde el ojo se conforma como un elemento personal de cada artista individual. Este aspecto tan característico del impresionismo se prolonga también al espectador, ya que cuando las pinceladas cortas de color puro se sitúan unas junto a otras, es él quien unifica los colores a medida que se produce el alejamiento del cuadro obteniendo así su experiencia visual final.

Los impresionistas practicaron sobre todo la pintura al aire libre (siendo los que originaron la técnica del *“plein air”*), situando el caballete directamente en la escena que querían representar, lo cual fue posible gracias a que la pintura al óleo se hizo portable.

Los mayores exponentes de este estilo pictórico fueron entre otros: Manet, considerado el precursor; Degas y Renoir con gustos artísticos más conservadores que el resto del grupo; Pissarro y Sisley, dedicados sobre todo al paisajismo; y Monet, el pintor que encarna absolutamente la representación del impresionismo.

1.2. EL POSTIMPRESIONISMO

Hacia 1880 se percibió un cierto cansancio o agotamiento del impresionismo, pues destacaba y privilegiaba la mirada fotográfica de la realidad, aparentemente desapasionada y neutral. De esta manera, la ejecución inmediata, el abocetamiento técnico y el empleo de colores “puros” (ya que los tubos de fabricación industrial favorecieron la poca mezcla en la paleta) condujeron rápidamente a otra serie de investigaciones artísticas.

El término postimpresionismo, aunque sea bastante impreciso, cubre el periodo que se desarrolla entre la última exposición impresionista en 1886 y el nacimiento del cubismo en la primera década del siglo XX.

Los conflictos entre los miembros iniciales del grupo impresionista y las nuevas generaciones se hicieron manifiestos, y Durand-Ruel, (el marchante de arte que estaba logrando imponer las obras de estos revolucionarios pintores en el mercado artístico) comenzó a organizar exposiciones individuales de los últimos. El término “postimpresionista”, acuñado por los críticos ingleses Roger Fry y Desmond MacCarthy, fue utilizado por primera vez en una exposición organizada por ambos entre 1910 y 1911, llamada “Manet y los post-impresionistas”.⁸

Surgió en este contexto una nueva generación de artistas que, aun partiendo de los logros del impresionismo, desarrollaron algunas de sus teorías principales en otras direcciones totalmente novedosas. Tuvieron una actitud más claramente rupturista, adelantándose con ellos algunas de las líneas principales de las vanguardias artísticas del siglo XX.

Gauguin, junto con Cezanne, Van Gogh y Seurat, que fueron identificados en un inicio con el impresionismo, hicieron de este estilo algo que tuvo efectos inmediatos en la época. Fueron las primeras figuras de lo que se llamó “arte postimpresionista”.

⁸ DENVIR, BERNARD. (2001) *“El postimpresionismo”*. DESTINO. Pág.7

Así, Gauguin infundió en su estilo impresionista un color intenso, proporcionándole una nueva estructura y uniéndolo al simbolismo contemporáneo; Van Gogh, insatisfecho con las limitaciones del impresionismo, quiso devolver expresión y sentimiento a la pintura; Cezanne, que quería *“hacer del impresionismo algo sólido y duradero como el arte de los museos”*, geometrizó la representación anticipándose al cubismo; y Seurat impuso una dimensión estructural al impresionismo, disolviendo el cuadro en una mirada de puntos discontinuos que la retina y la inteligencia del espectador debían recomponer (fig. 8).⁹



Fig. 8. SEURAT, Georges. *Tarde de domingo en la isla de la Grande Jatte* (1884-1886).
Art Institute of Chicago Building.

⁹ ÁLVAREZ LOPERA, J. M. (1994) *“Historia del Arte. De la Ilustración al Simbolismo”* Planeta. Pág. 98

2. EL ÓLEO

2.1. EVOLUCIÓN DE LA TÉCNICA

La invención del óleo revolucionó la pintura en el siglo XV. Este tipo de pintura al aceite se extendió desde el norte de Europa hasta Italia y llegó a suplantarse en pocas décadas a casi la totalidad del resto de técnicas pictóricas. La razón de este éxito se debió a las propiedades ópticas y al lento secado del aceite. Estas características dieron al artista un control increíble sobre su pintura, lo que permitió un realismo nunca visto.

Francia en el siglo XVIII estuvo a la vanguardia del Siglo de las Luces. Al mismo tiempo la Revolución Industrial estaba barriendo toda Europa. Casi todos los aspectos de la vida se vieron afectados por esta revolución. El pensamiento racional y la aplicación industrial dieron lugar a posiblemente el hecho más importante en la historia de la ciencia: el nacimiento de la química moderna. Se establecieron grandes progresos entre la comprensión de las interacciones químicas y la identificación de elementos básicos. Entre 1700 y 1850, se descubrieron la sorprendente cifra de 40 elementos nuevos donde antes solo se conocían 15.¹⁰

Gracias al nacimiento de la ciencia moderna y a la Revolución Industrial que surgió en el siglo XIX, fue posible que Europa expandiera a un nivel sin precedentes la paleta del artista. Los artistas aprovecharon el cromatismo de estos nuevos colores, así como su facilidad de uso frente a las laboriosas técnicas de la pintura académica tradicional para crear un estilo pictórico más rápido y directo.

Los nuevos científicos-químicos fueron contratados por las grandes empresas industriales (como las de fabricación de textiles) para que encontraran nuevos y mejores métodos de agregar el color a sus productos.

¹⁰ HURT. P. (2007) *“Revolution in Paint. A supplement to the exhibition.”* Museum of Art. North Carolina. Pág. 7

Se investigaron nuevas sustancias debido a su potencial como pigmentos: entre 1800 y 1870 se crearon más de 20 intensos amarillos, verdes, azules, rojos, y pigmentos de color naranja, muchos de ellos basados en el descubrimiento de nuevos elementos como el cromo, el cadmio o el cobalto. Cada pigmento nuevo fue adquirido por los fabricantes y vendedores convirtiéndose rápidamente en pintura para los artistas.¹¹

Muchos de los nuevos pigmentos eran bastante opacos. Por otra parte, unos pocos, como el verde viridian o el carmesí alizarina lo eran solo relativamente, pero su alto poder colorante transparente significaba que podían convertirse en opacos mediante la mezcla con blanco (normalmente de plomo o de zinc) conservando aun así un fuerte color. De esta manera las obras podrían ser ejecutadas mucho más rápido usando pintura opaca, en lugar de las finas capas de pintura típicas de la técnica académica (fig. 9).¹²



Fig. 9. VAN GOGH, Vincent. Campo de trigo con cipreses (1889). National Gallery, Londres.

¹¹ BALL. F. (2001) *"THE MAKING OF CÉZANNE'S PALETTE"*

¹² HURT. P. (2007) *"Revolution in Paint. A supplement to the exhibition."* Museum of Art. North Carolina. Pág. 8

2.2. LA PALETA TRADICIONAL FRENTE LA PALETA IMPRESIONISTA

- La paleta tradicional:

Al comienzo del siglo XIX existían aproximadamente 30 pigmentos disponibles para la pintura al óleo. Alrededor de la mitad de éstos pigmentos se utilizaban raramente debido a su gasto, la toxicidad, la propensión a desvanecerse, la inestabilidad química, u otros problemas.

Los pintores se quedaron con unos 15 pigmentos que eran relativamente fiables y útiles. Esta paleta tradicional era débil en muchas áreas. Por ejemplo, los amarillos eran muy pálidos y sin brillo (sólo el amarillo indio tuvo un fuerte matiz, pero era transparente y estaba sujeto a la decoloración). Tampoco había ningún pigmento verde de confianza, el cardenillo o verdigrís, de un verde azulado, se utilizaba en algunas ocasiones pero era químicamente inestable y con frecuencia se volvía marrón. Como consecuencia la mayoría de los pintores mezclaron pigmentos azules y amarillos para crear tonalidades verdes.¹³

En prácticamente todas las representaciones pictóricas desde el siglo XVI hasta principios del siglo XIX, la pintura ha sido representada por el tono, es decir, el claro-oscuro. Esto ilustra siglos de dependencia de contraste tonal para crear la ilusión tridimensional, el mismo contraste tonal que los pintores aprendieron con el dibujo a tiza o grafito.

Los pigmentos tradicionales, con la fecha de invención o la fecha de utilización más antigua (como pintura) conocida son (fig. 10.):

¹³ HURT. P. (2007) *“Revolution in Paint. A supplement to the exhibition.”* Museum of Art. North Carolina. Pág. 7

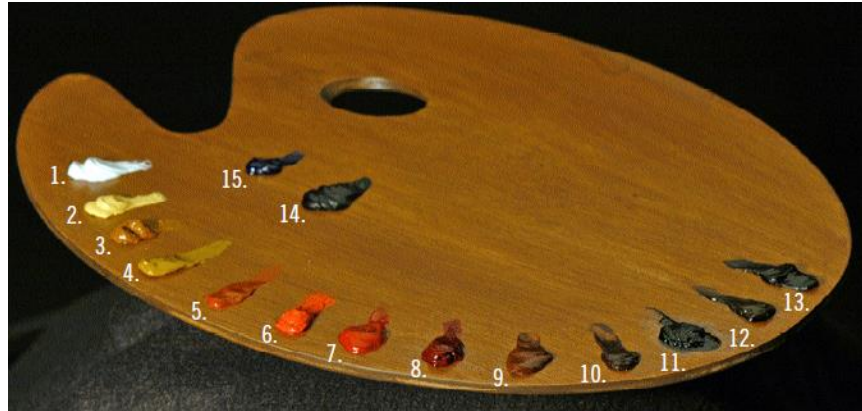


Fig. 10. Simulación en 2006 de una paleta tradicional de 1800.¹⁴

1. Blanco de plomo, la Antigua Grecia
2. Amarillo de Nápoles *, el Antiguo Egipto
3. Amarillo indio *, siglo XVI
4. Ocre amarillo, prehistórico
5. Ocre rojo, prehistórico
6. Bermellón, medieval
7. Rosa intenso, el Antiguo Egipto
8. Carmín *, medieval
9. Siena oscuro, Renacimiento temprano
10. Marrón intenso *, siglo XVIII
11. Betún, medieval
12. Tierra *cassel*, siglo XVI
13. Negro marfil, prehistórico
14. Azul de Prusia, 1710
15. Azul ultramar, natural, medieval

* La muestra es una aproximación moderna de los pigmentos originales.

¹⁴ HURT. P. (2007) "*Revolution in Paint. A supplement to the exhibition.*" Museum of Art. North Carolina. Pág. 7

- La paleta impresionista:

Como norma general, los nuevos pigmentos eran más opacos y tenían mayor poder colorante que los pigmentos tradicionales. Mientras que algunos pigmentos nuevos no ofrecían prácticamente ningún cambio frente a los tradicionales, otros representaban unas mejoras impensables o simplemente no existían anteriormente.

El azul ultramar natural no tuvo rival en 600 años de arte en términos de belleza, estabilidad química. También fue enormemente caro, lo que limita su uso. El nuevo, llamado ultramar "francés", era idéntico químicamente y muchísimo más barato (decimó el costo). El amarillo de cromo fue el primer amarillo opaco que no era altamente tóxico, ni rápido en desvanecerse a causa de la luz (aunque con el tiempo, como veremos más adelante, si ha sufrido este tipo de deterioro). Antes no existía un verde que fuera químicamente estable. Ahora había tres: el óxido de cromo verde, verde esmeralda, y el viridian.¹⁵

Los pigmentos utilizados por los nuevos artistas europeos a mitad del S.XIX, con la fecha de invención o la fecha de utilización más antigua (como pintura) conocida son (fig. 11.):

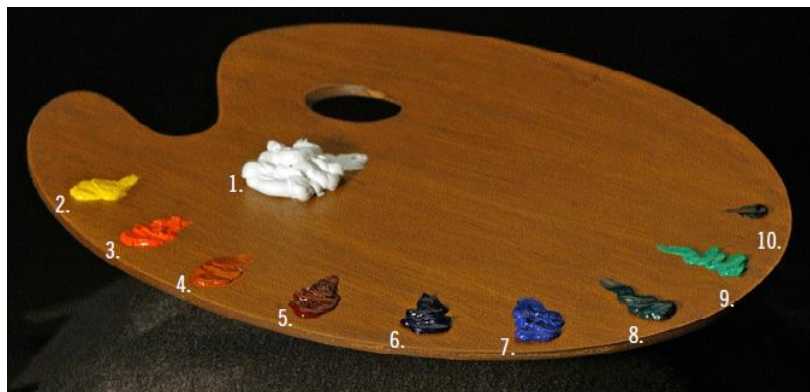


Fig. 11. Simulación en 2006 de una paleta impresionista basada en la paleta de Monet en 1870.¹⁶

¹⁵ HURT, P. (2007) *"Revolution in Paint. A supplement to the exhibition."* Museum of Art. North Carolina. Pág. 8

¹⁶ CALLEN, A. (2000) *"The Art of Impressionism: Painting Technique & the Making of Modernity"*. Pág. 145- 147

1. Blanco de plomo, la Antigua Grecia
2. Amarillo de cromo, 1820
3. Bermellón, medieval
4. Ocre rojo, prehistórico
5. Carmesí alizarina (sintético, aumentó la intensidad), 1868
6. Ultramar francés, 1826
7. Azul cobalto, 1802
8. Viridian, 1838
9. Verde esmeralda *, 1814
10. Negro máfil, prehistórico

* La muestra es una aproximación moderna de los pigmentos originales.

El nacimiento de la química moderna y la industrialización europea no solo había suministrado una cantidad considerable de nuevos pigmentos, sino que también le dio al mundo una nueva comprensión de color.

A pesar de que los pintores habían utilizado intuitivamente colores complementarios en su trabajo desde hacía miles de años, esta práctica estaba siempre limitada por los pigmentos disponibles (el pintor medieval tuvo un fuerte rojo bermellón, pero no existía ningún pigmento verde tan fuerte para ser combinado con el color rojo). Los nuevos pigmentos aportaban tanto las fuentes primarias como secundaria de colores, en particular los amarillos, verdes, e incluso púrpuras, dando a los nuevos pintores una paleta muy equilibrada.¹⁷

Es curioso que, si bien el número y la variedad de pigmentos a disposición de los artistas fueron mayores que en cualquier momento anterior de la Historia del Arte, los impresionistas utilizaron una paleta muchísimo más reducida que cualquiera de sus predecesores.

¹⁷ CALLEN, A. (2000) *"The Art of Impressionism: Painting Technique & the Making of Modernity"*. Pág. 145- 147

Sus pinturas contienen generalmente no más de ocho o diez pigmentos y todos menos uno o dos son creados en el S.XIX. Sin embargo, con la reducción del número de pigmentos utilizados, las pinturas en realidad parecerán más coloridas. Esto se ilustra claramente en la gama de colores utilizadas por Pissarro en 1879 en su *"Palette"*, paleta de mezclas sobre la que el artista pintó un paisaje campestre con los colores del arcoíris (fig. 12.).¹⁸



Fig. 12. PISSARRO, Camille. *La paleta del artista con paisaje* (1878). Museo de Bellas Artes de San Francisco. En esta obra, Pissarro nos muestra que puede pintar totalmente un paisaje con sólo seis pigmentos.

La vida útil de la pintura llegó a ser muy importante. El aceite de amapola, más lento de secado vino a sustituir al aceite de linaza, lo que hacía que la pintura permanecería utilizable (durante un periodo de tiempo impredecible) desde la fabricación, hasta la venta y el uso del artista. Pero esto tuvo una consecuencia involuntaria: la pintura al óleo con aceite de amapola tendió a retener la textura al secar.

¹⁸ CALLEN, A. (2000) "The Art of Impressionism: Painting Technique & the Making of Modernity". Pág. 145- 147

Tradicionalmente, la pintura se fabricó con un mínimo de aceite, por lo que se presentaba bastante rígida. Era necesario que el pintor agregara más aceite para hacer la pintura utilizable. Al igual que en épocas anteriores, los pintores academicistas del siglo XIX continuaron añadiendo como medio adicional el aceite de linaza (según ellos, con él se tenía un mayor control y precisión). Sin embargo, los impresionistas estaban buscando una nueva manera de pintar para expresarse de forma diferente. Así pues, los nuevos pintores utilizaron las tendencias naturales de la pintura al aceite de amapola para crear sus superficies texturadas (fig. 13.).¹⁹

Debido a sus innovaciones, los empastes de pintura llegaron a ser vistos como una indicación inmediata de la modernidad en el arte. Las superficies lisas se asociaron con el conservador-tradicionalismo.



Fig. 13. VAN GOGH, Vincent. *La noche estrellada* (detalle), (1889). Museo de Arte Moderno de Nueva York, Estados Unidos.

¹⁹ HURT. P. (2007) “*Revolution in Paint. A supplement to the exhibition.*” Museum of Art. North Carolina. Pág. 10

2.3. LA CREACIÓN DE LOS TUBOS DE PINTURA

Desde la llegada del óleo, el almacenamiento de la pintura preparada siempre ha sido un problema para los pintores. La pintura al aceite se seca y se convierte en inutilizable a los pocos días si se deja a la intemperie²⁰. Antes del siglo XIX, la pintura era muy cara, un material que no se podía desperdiciar. Ya fuera almacenada en tazas de cerámica herméticamente selladas con hule, o sumergida bajo agua en conchas de mar, la vida útil del óleo era muy breve.²¹

Los pintores habían fabricado su propia pintura hasta los siglos XVII y XIX en gran parte debido a esta falta de la tecnología de almacenamiento. Normalmente el artista solo podría preparar su paleta con los colores que necesarios para completar un día de trabajo.

La vejiga de cerdo (fig. 14.) fue el mejor contenedor de pintura disponible durante los siglos XVII y XIX. Este recipiente ofrecía la alternativa para envasar, transportar, y almacenar pequeñas cantidades de pintura durante períodos cortos de tiempo. Sin abrir y un cuidado almacenaje la pintura podría durar unos pocos meses antes de que se secara. Sin embargo, estos recipientes una vez abiertos (mediante punción con tachuelas) ya no se podían reutilizar.



Fig. 14. Vejiga para contener pintura (S.XIX). Museo de artes de Harvard.

²⁰ CALLEN, A. (1996) *“Técnicas de los impresionistas”*. Tursen/Hermann Blume ediciones. Pág.23

²¹ HURT. P., (2007) *“Revolution in Paint. A supplement to the exhibition.”* Museum of Art. North Carolina. Pág. 10

- El Tubo: la revolución de la pintura

En 1841 un pintor de Carolina del Sur llamado John G. Rand patentó un nuevo dispositivo destinado al almacenamiento de pintura: el tubo de metal plegable. Creó este invento debido a la frustración de ver con demasiada frecuencia su vejiga “almacena-pintura” reventada antes de que pudiera ser utilizada. El tubo de metal plegable era una inmensa mejora. El metal (normalmente estaño) era impermeable, por lo que la pintura no podría secarse o endurecerse. El tubo podría ser abierto y cerrado varias veces, así que había muy poco desperdicio (fig. 15).²²

Las ventajas del tubo de pintura se pueden observar en la etiqueta publicitaria de mediados de siglo XIX: *“REEVES & SONS 'hermético PLEGABLE”*

“TUBOS DE COLOR metálico. Un nuevo invento que contiene óleo, sustituye a las vejigas y evita todos los residuos, suciedad, y olores, y conservará el color durante cualquier periodo de tiempo y cualquier clima”



Fig. 15. Tubo de óleo de mediados del siglo XIX. Museo de Artes de Chrysler.

El tubo ofreció un almacenamiento de pintura casi indefinido. Ahora el pintor podía tener toda la pintura que necesitaba para completar un cuadro sin temor a que se echara a perder antes de que pudiera ser utilizada.

El pintor podía trabajar en la zona de la superficie de la pintura que deseara en cualquier momento, es decir, podía desarrollar toda la pintura a la vez. Esto fue absolutamente crucial en la creación del impresionismo, ya que los artistas tenían que trabajar muy rápidamente para capturar los efectos fugaces de luz y clima.

²² HURT. P. (2007) *“Revolution in Paint. A supplement to the exhibition.”* Museum of Art. North Carolina. Pág. 11-12

Los óleos en tubo eran eminentemente portátiles, lo que permitió que los pintores hicieran sus obras en los lugares que quisiesen colocar su caballete. Antes, los pintores se limitaban a realizar estudios con materiales secos o acuarelas, pero rara vez con pintura al óleo. La realización de una pintura al óleo acabada en el exterior era algo inaudito. Por primera vez en la Historia del Arte, el tubo de pintura hizo posible realizar una pintura acabada fuera del estudio del artista y del encorsetado sistema académico de las artes (fig. 16.).



Fig. 16. MANET, Edouard. *Claude Monet con su esposa en su estudio flotante* (1874). Neue Pinakothek, Munich.

3. VINCENT VAN GOGH

3.1. BIOGRAFÍA

PRIMEROS AÑOS (1853-1881):

Vincent Van Gogh nació en Zundert, Holanda, el 30 de Marzo de 1853. Fue el hijo mayor de un humilde pastor protestante llamado Theodorus Van Gogh y Anna Cornelia Carbentus (fig. 17.). Un curioso acontecimiento que con total seguridad marcó la vida de Vincent, fue que su nacimiento se produjera justamente un año después del alumbramiento del primer hijo del matrimonio Van Gogh, el cual nació muerto y fue llamado también Vincent. El artista pasó su infancia pudiendo observar en el jardín de su casa una lápida con su nombre inscrito.²³

Cabe destacar también la fecha de nacimiento de su hermano Theo, el mayor apoyo tanto sentimental, como económico en la vida de Vincent, el 1 de mayo de 1857.



Fig. 17. Familia Van Gogh: Arriba: sus padres Theodorus y Anna Cornelia. Abajo, de izquierda a derecha: Vincent Willem, Anna Cornelia, Theo, Elisabetha Huberta, Wilhelmina Jacoba y Cornelius Vincent.

²³ NAIFEH, S., WHITE SMITH, G. (2012) *"Van Gogh. La vida"*. Taurus. Pág.35

La formación escolar de Van Gogh fue discontinua e irregular: asistió a la escuela de Zundert durante un año; a continuación estuvo dos años en un internado en Zevenbergen y finalmente dieciocho meses en la escuela secundaria King Willem II en Tilburg. En 1868, Van Gogh dejó sus estudios cuando tenía 15 años.

En 1869, con 16 años, Vincent entró a trabajar como aprendiz en la compañía Goupil & Co., empresa de marchantes de arte en La Haya donde trabajaban dos tíos suyos. Posteriormente se incorporó a la compañía su hermano Theo, el cual dedicó el resto de su vida al comercio del arte.

Durante 7 años Vincent tuvo un éxito relativo como vendedor de arte y permaneció en la Haya hasta que, en 1873 fue transferido a la sucursal de Londres. En 1875 era evidente la aversión que sentía Van Gogh hacía el comercio del arte y el deterioro entre la relación del futuro artista y las galerías Goupil. En mayo de ese mismo año Vincent fue enviado a la sucursal de París, donde poco a poco se fue refugiando en la Biblia y apartando del mundo. Tras su despido de Boussod & Valadon, sucesores de Goupil, volvió a la casa de sus padres en Etten en 1876.²⁴

En abril de 1876, Vincent Van Gogh se trasladó a Inglaterra, donde empezó a dar clases en un internado dirigido por el reverendo William P. Stokes en Ramsgate. Es en esta época cuando Vincent comenzó a considerar seriamente el consagrarse a la vida religiosa.

En Julio se trasladó a Isleworth, en las afueras de Londres, donde se le permitió predicar alguna vez. La falta de oportunidades le llevó a volver a los Países Bajos en las Navidades de 1876 y trabajó por un breve periodo en una librería de Dordrecht. En mayo partió a Ámsterdam para preparar estudios teológicos.

En mayo de 1878 lo abandonó y, en diciembre de ese mismo año se dirigió a la región del Borinage, en Bélgica, donde trabajó como evangelista entre los mineros. Vincent estableció una relación íntima y emocional con los mineros. Conmovido por sus terribles condiciones de trabajo hizo su mejor esfuerzo para facilitar la carga de sus vidas.

²⁴ VAN UITER, E., VAN TILBORGH, L. (1990) *“Vincent Van Gogh”*. Julio Otero Editor. Pág. 27

Sin embargo, este deseo alcanzó el fanatismo y Vincent comenzó a repartir casi toda su comida y ropas a las gentes pobres bajo su cuidado. Esto no fue bien visto por sus superiores, que desaprobaron el ascetismo de Van Gogh y lo despojaron de su puesto.

En agosto de 1880, gracias a la ayuda económica de Theo, se estableció en Bruselas donde hizo amistad con el pintor Anthon van Rappard. Se inscribió en la Academia de Bellas Artes para estudiar dibujo y perspectiva. Es en esta época cuando Van Gogh decide convertirse en artista. Para prepararse empezó a copiar de manera realista y con tonalidades muy oscuras, dibujos y reproducciones de obras de Millet, pintor de la vida campesina²⁵ (fig. 18.). Poco tiempo después comenzó a dibujar a los mineros y a sus familias.



Fig. 18. VAN GOGH, Vincent. *El sembrador* (1881). Museo Van Gogh, Ámsterdam.

²⁵ VAN UITER, E., VAN TILBORGH, L. (1990) “*Vincent Van Gogh*”. Julio Otero Editor. Pág. 27

ETAPA DE APRENDIZAJE (1881-1885)

1881 sería un año turbulento para Vincent. En abril volvió de nuevo con sus padres a Etten y continuó aprendiendo de manera autodidacta a dibujar, tomando motivos de la vida rural. Durante ese tiempo se enamoró de su prima Cornelia Adriana Vos-Stricker (Kee) que había enviudado recientemente. Tras el rechazo de ella y su familia, Vincent pasó unas semanas en la Haya trabajando con el pintor Anton Mauve, el marido de otra prima (Ariëtte Carbentus, llamada familiarmente "Jet".²⁶)

Vincent era un admirador de la obra de Mauve y estaba profundamente agradecido de cualquier enseñanza que este le pudiera aportar. Su relación era bastante buena, pero comenzó a ponerse tensa cuando Vincent se fue a vivir a un estudio con Sien Hoornik (una prostituta soltera, embarazada y con una hija) con la que incluso tuvo intención de casarse (fig. 19.). Su hermano siguió ayudándole económicamente, aunque desaprobaba firmemente esta situación.²⁷



Fig. 19. VAN GOGH, Vincent. *Dolor* (1882). Londres, Inglaterra. El dibujo representa una mujer embarazada de 32 años: Clasina Maria Hoornik, conocida como "Sien".

²⁶ "Gracias por tu carta de esta mañana. Estoy muy contento de saber que Mauve se dedique a Jet C." (Carta 12. Londres, 30 de marzo de 1874)

²⁷ VAN UITER, E., VAN TILBORGH, L. (1990) "Vincent Van Gogh". Julio Otero Editor. Pág. 28

En 1883 la difícil relación con Sien y sus problemas económicos hicieron que se marchara finalmente de la Haya, estableciéndose en Drenthe, provincia de moda entre los artistas de la época. Tras varios experimentos con óleos en 1882, comenzó a trabajar con este medio frecuentemente. Durante 3 meses Vincent estuvo pintando y dibujando el paisaje de Drenthe, sin embargo debido a las terribles condiciones (el tiempo era malo, era difícil conseguir materiales y el dinero de su hermano Theo llegaba cada vez con más retraso) y la infinita soledad que sentía, decidió regresar a casa de sus padres en Nuenen en diciembre de 1883.

Durante el año siguiente, Vincent van Gogh continuó evolucionando como pintor: realizó docenas de pinturas y dibujos durante esa época. Tejedores, hilanderos y otros retratos de la vida campesina local resultaron ser su tema favorito, de nuevo en relación a su afinidad hacia los trabajadores pobres y su admiración hacia Millet.

LAS PRIMERAS OBRAS MAESTRAS (1885):

Durante los primeros meses de 1885 Van Gogh pintó una serie de 50 retratos de campesinos. Vincent argumentaba que le servirían como "estudios", para mejorar su técnica y preparar la que sería su obra más ambiciosa hasta esa fecha: *“Los comedores de patatas”*

El 26 de marzo el padre de Vincent murió repentinamente. Van Gogh y su padre habían mantenido una relación muy forzada durante los últimos años y aunque ciertamente no estaba feliz por el fallecimiento, Vincent pudo finalmente separarse emocionalmente y continuar con su trabajo.

Vincent trabajó en *“Los Comedores de Patatas”* durante Abril de 1885. Este óleo sobre tela es considerado como la primera obra maestra del artista, y el resultado lo animó a continuar aun cuando Anthon van Rappard criticó la pintura provocando la ruptura de la amistad entre ambos (fig. 20.).



Fig. 20. VAN GOGH, Vincent. *Los comedores de patatas* (1885). Museo Van Gogh, Ámsterdam. (...) *He querido dedicarme conscientemente a expresar la idea de que esa gente que, bajo la lámpara, come sus patatas con las manos que meten en el plato (...)*²⁸

Van Gogh continuó trabajando durante 1885, pero en poco tiempo se sintió inquieto y requirió de un nuevo estímulo. En noviembre partió hacia Amberes, donde encontró la influencia de las pinceladas de Rubens y aprendió a apreciar los grabados japoneses²⁹. A principios de 1886 se inscribió durante un breve periodo tiempo en la Academia de Amberes, ya que de esta manera no le era tan difícil conseguir modelos para dibujar, pero la dejó rápidamente debido a los métodos rígidos y limitados que se impartían en ella.

Vincent sintió que en Holanda ya había conseguido todo lo que era capaz de lograr y consideró que era tiempo de buscar nuevos horizontes y comenzar una nueva etapa que le ayudara a seguir mejorando sus habilidades. Vincent dejó Holanda para buscar suerte en París, núcleo artístico del S.XIX.

²⁸ Carta de Vincent Van Gogh a Theo Van Gogh - Nuenen, 30 de abril de 1885

²⁹ VAN UITER, E., VAN TILBORGH, L. (1990) *"Vincent Van Gogh"*. Julio Otero Editor. Pág. 29

PARIS (1886-1888):

Van Gogh escribió a su hermano Theo (que residía por aquel entonces en París) durante la primera mitad de 1886 en un esfuerzo por convencerlo de que París era el lugar al que él pertenecía. Theo consciente de la personalidad de su hermano, intentó eludirle de esta idea. Finalmente Vincent partió apresuradamente hacia la capital francesa a principios de Marzo, dejando sin otra alternativa a su hermano, con el que se fue a vivir.

La importancia del tiempo en París fue crucial en la trayectoria de Van Gogh. Theo, como marchante de arte, tenía muchos contactos y Vincent pronto familiarizaría con los nuevos artistas del París de aquel tiempo. Vincent hizo amistad con Toulouse-Lautrec, Emile Bernard y Signac entre otros, y empezó a comprender el sentido real del impresionismo, incorporando los tonos vibrantes de este estilo y abandonando poco a poco los tonos más oscuros y tradicionales de su Holanda.³⁰ También aumentó la influencia de los grabados japoneses en su obra (fig. 21.)



Fig. 21. VAN GOGH, Vincent. *Retrato de Père Tanguy* (1887). Museo Rodin, París.

³⁰ FEIST, P. H. (2013) *“Impresionismo: 1860-1920”*. Taschen Pág. 259

A pesar del enriquecimiento artístico que le aportó París, la trasnochada vida que Vincent estaba llevando en la ciudad empezó a cobrarse su precio, debilitándolo física y mentalmente, lo que conllevó a una preocupante reducción de su producción. Finalmente decidió marchar en 1888 en busca de paz y de un clima más cálido a Arlés.³¹

ARLÉS (1888- 1889):

Vincent van Gogh se trasladó a Arles a principios de 1888. Allí le surgió la motivación de establecer una especie de comunidad de artistas en la que sus compañeros parisinos buscarían refugio y donde podrían trabajar y apoyarse mutuamente. Sin embargo, el tiempo en Arlés no fue mucho más favorable que en París. Aunque esto debió ser un duro golpe para Vincent, ya que dejó la capital para buscar la calidez y renovación del sur, fue uno de los periodos más productivos e importantes de su carrera.

Una vez que el clima mejoró, Vincent no perdió tiempo en empezar a trabajar al aire libre. A principios de mayo alquiló cuatro habitaciones en la famosa “Casa Amarilla” (Place Lamartine número 2) (fig. 22.), aunque continuó alojándose en pensiones baratas hasta septiembre, ya que la casa no estaba amueblada y carecía de dinero para adecuarla.

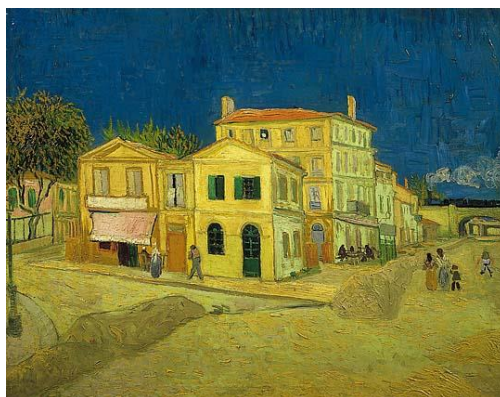


Fig. 22. VAN GOGH, Vincent. *La Casa Amarilla* (1888). Museo Van Gogh, Ámsterdam.

³¹ VAN UITER, E., VAN TILBORGH, L., (1990) “*Vincent Van Gogh*”. Julio Otero Editor. Pág. 29

Vincent trabajó sin cesar durante toda la primavera y todo el verano y, comenzó a enviar por ese entonces multitud de trabajos a Theo.

En este tiempo Vincent planeó realizar una serie decorativa para la Casa Amarilla, que incluyera seis o doce bodegones con girasoles (fig. 23.) Terminó cuatro e hizo otras tres copias de ellos³².



Fig. 23. VAN GOGH, Vincent. *Los girasoles* (1888). Neue Pinakothek, Múnich

Paul Gauguin escribió a Vincent anunciándole su deseo de ir a Arlés tan pronto como le fuese posible³³. A principios de septiembre de 1888 Van Gogh pintó “*El café de noche*”. Vincent se dedicó a amueblar y adecentar la casa mientras esperaba la llegada Gauguin. El 17 de septiembre se mudó finalmente allí y pintó una vista de su nuevo hogar: “*La habitación en Arlés*” (fig. 24.) Gauguin llegó por fin a Arlés el 23 de octubre, sin embargo, el temperamento conflictivo de ambos artistas produjo una creciente situación de tensión a lo largo de diciembre.

³² “Estoy pensando en la decoración de mi estudio con media docena de pinturas de girasoles.” (Carta nº665; a Emile Bernard. Arles, 21 de agosto 1888)

³³ VAN UITER, E., VAN TILBORGH, L. (1990) “*Vincent Van Gogh*”. Julio Otero Editor. Pág. 30

Tras una dramática disputa en la que Vincent amenazó a Gauguin con un cuchillo, el 23 de diciembre, Van Gogh se cortó el lóbulo de la oreja izquierda como muestra de arrepentimiento y se lo envió a una prostituta para que se lo hiciera llegar a su amigo. Tras este acontecimiento Gauguin partió a París y Vincent fue ingresado en el hospital de Arlés. Van Gogh y Gauguin se escribirían alguna vez más a lo largo de sus vidas, pero no se encontraron en persona nunca más.



Fig. 24. VAN GOGH, Vincent. El dormitorio de Arlés (1888). Museo Van Gogh, Ámsterdam. Representa el dormitorio del pintor durante su estancia en Arlés.

Van Gogh se recuperó rápidamente del duro golpe y el 7 de enero volvió a casa, donde trabajó inmediatamente en un autorretrato (fig. 25.). A finales de enero, Madame Roulin empezó a posar para "*La Berceuse*", del cual hizo cuatro copias.

En febrero, los vecinos se opusieron a la presencia del artista en la Casa Amarilla, y fue internado de nuevo en el hospital. El 23 de marzo recibió una visita de Paul Signac y fueron juntos a la Casa Amarilla. El 17 de abril, Theo se casó con Johanna Gesina Bonger en Amsterdam.³⁴

³⁴ VAN UITER, E. VAN TILBORGH, L. (1990) "*Vincent Van Gogh*". Julio Otero Editor. Pág. 31



Fig. 25. VAN GOGH, Vincent. *Autorretratos con oreja vendada* (1889).

SAINT- REMY (1889-1890):

Vincent decidió a finales de abril solicitar que le admitieran como paciente voluntario en el asilo de Saint-Paul-de-Mausole, donde fue puesto al cuidado del Dr. Peyron. Tras los primeros meses, el doctor aseguró que el paciente se comportaba con tranquilidad y que su estado mejoraba satisfactoriamente.³⁵

Se le permitió que trabajara dentro del asilo y se equipó una habitación especial como estudio. A veces incluso trabajó en el exterior bajo vigilancia. A mediados de Junio Van Gogh produjo uno de sus trabajos más conocidos: *“La Noche Estrellada”* (fig. 26.).

El estado mental relativamente tranquilo de Van Gogh no duró, y fue incapacitado por otro ataque a mediados de Julio siendo privado de sus materiales. Una semana después pudo reanudar su pintura.

Vincent estuvo presente en la quinta exposición de la *Société des Artistes Indépendants* en septiembre de ese año en París.

³⁵ VAN UITER, E., VAN TILBORGH, L. (1990) *“Vincent Van Gogh”*. Julio Otero Editor. Pág. 31



Fig. 26. VAN GOGH, Vincent. *La noche estrellada* (1889). Museo de Arte Moderno de Nueva York, Estados Unidos.

A finales de enero de 1890 Van Gogh sufrió un nuevo ataque que le duraría una semana³⁶ y del cual se recuperó razonablemente rápido, volviendo a pintar copias de otros artistas a causa de su confinamiento bajo techo. Tristemente, Vincent sufrió más ataques (cada vez más frecuentes) durante estos primeros meses de 1890. Fue curiosamente en este momento cuando sus trabajos comenzaron a recibir la aprobación de la crítica: finalmente había conseguido vender un cuadro en Bruselas por 400 francos. Sin embargo, estas noticias sólo sirvieron para deprimir más a Vincent.³⁷

Después de buscar e investigar sobre el asunto, Theo pensó que lo mejor sería que Vincent regresara a París y entrara al cuidado del doctor Paul Gachet, un terapeuta homeopático que vivía en Auvers-sur-Oise, cerca de la capital (fig. 27.). A Vincent le pareció bien y el 16 de Mayo de 1890 dejó el asilo para tomar un tren nocturno a París.

³⁶ Carta nº620. St. Rémy, 31 de diciembre de 1889.

³⁷ VAN UITER, E., VAN TILBORGH, L. (1990) *Vincent Van Gogh*. Julio Otero Editor. Pág. 31

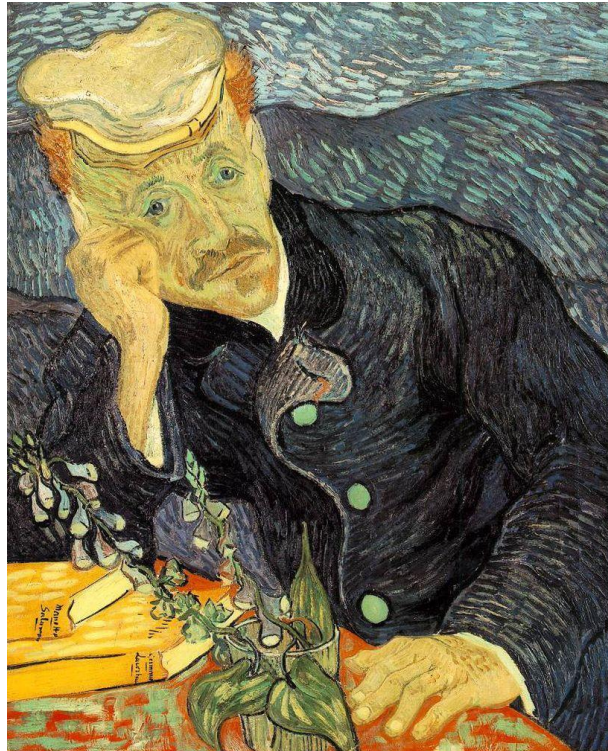


Fig. 27. VAN GOGH, Vincent. *El Doctor Paul Gachet* (Primera versión: 1890). Colección privada. Tokio, Japón. *“He hecho un retrato de M. Gachet con una expresión melancólica, que bien podría parecer una mueca a aquellos que lo vean... Triste pero amable, y aun así clara e inteligente, así es como muchos retratos deberían hacerse... Hay cabezas modernas que podrían mirarse durante mucho tiempo, y que se volverán a ver, quizás, con nostalgia, cien años después.”*³⁸

AUVERS-SUR-OISE:

De camino a Auvers, Van Gogh visitó a Theo en París y conoció a su mujer y al hijo que acababan de tener, Vincent Willem (bautizado con ese nombre en honor a Vincent). Después de tres días prosiguió su viaje a Auvers, donde se puso al cuidado del Dr. Gachet, que era además artista aficionado. Vincent y el doctor se reunían habitualmente y establecieron una estrecha amistad.³⁹

³⁸ Carta n.º 643 (25 junio de 1890).

³⁹ VAN UITER, E., VAN TILBORGH, L. (1990) *“Vincent Van Gogh”*. Julio Otero Editor. Pág. 32

Vincent estaba entusiasmado con el encanto rústico de Auvers. Alquiló un ático en la posada de Ravouz y se dedicó a pintar las casitas con techo de paja y la pintoresca iglesia de la ciudad (fig. 28.).

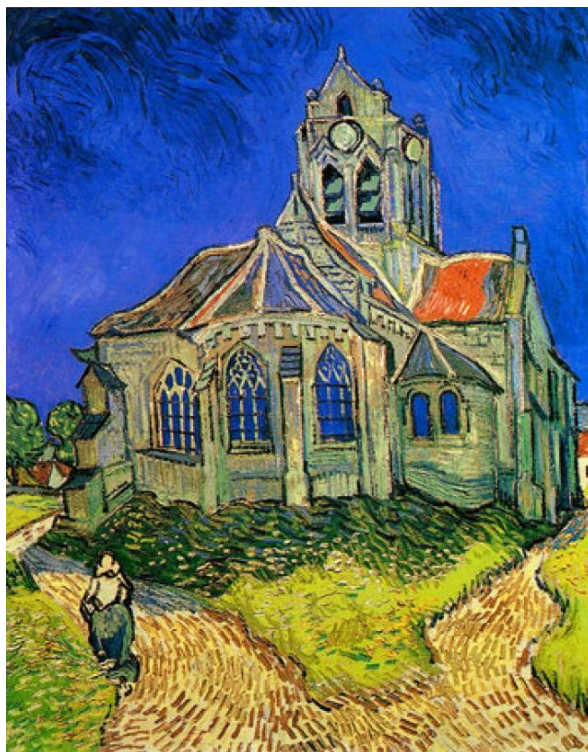


Fig. 28. VAN GOGH, Vincent. “La iglesia de Auvers-Sur-Oise” (1890). Museo de Orsay, Paris. *“Tengo un cuadro más grande de la iglesia del pueblo - un efecto en el que la construcción parece ser violeta contra un cielo de simple azul oscuro, cobalto puro; las ventanas parecen como manchas de azul ultramar, el tejado es violeta y en parte anaranjado.”*⁴⁰

El 8 de Junio Theo, su mujer y el pequeño Vincent fueron a Auvers para visitar a Van Gogh, invitados por el Dr. Gachet. Aparentemente, Vincent parecía totalmente recuperado, mental y psíquicamente.

Un mes después, Vincent decidió visitar a Theo y su familia el 6 de Julio debido a los problemas de salud que había tenido el pequeño Vincent y las rencillas que tenía su hermano con Boussod & Valadon. No se sabe mucho de esta visita, pero Johanna escribió tiempo después que el día transcurrió bastante tenso.

⁴⁰ Carta W22 a Wilhelmina Van Gogh, 5 de junio de 1890.

Vincent volvió a Auvers y durante las siguientes tres semanas reanudó su trabajo y, como dice en sus cartas, estaba razonablemente feliz.⁴¹

Durante el mes de julio, produjo una serie de brillantes paisajes, absorbido por los campos y praderas de los alrededores de Auvers.

El fatídico domingo 27 de Julio de 1890, Vincent Van Gogh, se encaminó al campo con su caballete y sus pinturas (fig. 29.). Allí tomó un arma y se disparó en el pecho. Sin saber cómo, Vincent se las arregló para volver tambaleante a la posada, donde cayó en la cama y fue descubierto por Ravoux, el dueño del establecimiento, que llamó al Dr. Gachet y al Dr. Mazery, el practicante local. Se decidió no intentar sacar la bala del pecho de Vincent. Gachet escribió una carta urgente a Theo, pero desafortunadamente, no tenía la dirección de su casa y le tuvo que escribir a la galería donde él trabajaba, llegando Theo a la tarde siguiente.



Fig. 29. VAN GOGH, Vincent. *Campo de trigo con cuervos* (1890). Museo Van Gogh, Ámsterdam. Es considerada la última pintura realiza por Vincent Van Gogh.

Los dos hermanos permanecieron juntos las últimas horas de la vida de Vincent. Finalmente, Vincent van Gogh murió el 29 de Julio de 1890 a las 1:30 de la madrugada (fig. 30.).

⁴¹ Carta nº650 a su madre y hermana. Auvers-sur-Oise, 14 de julio de 1890

El funeral fue realizado el 30 de Julio gracias al permiso del ayuntamiento cercano de Méry, ya que la iglesia de Auvers se negó a permitir en un principio el entierro en su cementerio, pues Vincent había cometido suicidio. A la ceremonia asistieron multitud de personas, sobre todo artistas amigos del pintor⁴².

Seis meses después de la muerte Vincent, murió su hermano Theo.⁴³ Fue enterrado en Utrecht, pero Johanna, la esposa de Theo, hizo que en 1914 enterraran nuevamente el cuerpo de Theo en el cementerio de Auvers, al lado del de su hermano Vincent (fig. 31.).



Fig. 30.



Fig. 31.

Fig. 30. Van Gogh en su lecho de muerte, dibujado por el Dr. Paul Gachet

Fig. 31. Las tumbas de Vincent y Theo Van Gogh en el cementerio de Auvers-sur-Oise.

⁴² CAHIER, V. (1992) 'Un gran artista está muerto': Cartas de Condolencia sobre la muerte de Vincent van Gogh .Waanders. Pág. 32-35

⁴³ VAN UITER, E., VAN TILBORGH, L. (1990) "Vincent Van Gogh". Julio Otero Editor. Pág. 32

3.2. MATERIALES QUE CONSTITUYEN LA OBRA DE VAN GOGH

3. 2. 1. El soporte

A principios del siglo XIX, el inicio de la industria textil dio lugar al nacimiento de la comercialización de telas preparadas destinadas al campo artístico, fruto de una evolución del método de fabricación de los lienzos.

Las telas, tejidas a máquina e imprimadas, podían comprarse colocadas en un bastidor de madera de la misma manera que podemos adquirirlas hoy en día. Sin embargo, Vincent Van Gogh prefirió preparar él mismo sus propios lienzos, buscando un abaratamiento de costes materiales, así como una mejor calidad en su soporte de trabajo (fig. 32.).⁴⁴



Fig. 32. Reverso de “El Dormitorio de Arlés” (1888) de Vincent Van Gogh

⁴⁴ “Aquí, si los encargo al carpintero, pago 4,50 francos por los bastidores de 30, 25, y 20 y 1 franco por los de 15, 20 y 10. Como la carpintería es muy cara, Tanguy, cobrándolos a ese precio, también debería poder suministrándolos”. (Septiembre de 1888).

Como la mayoría de los artistas franceses de la época, Vincent adquirió gran parte de sus materiales en las tiendas de Tasset, l'Hôte o Tanguy. Este tipo de establecimientos dedicados a la preparación de materiales para artistas surgieron por todo París a final del siglo XIX. Cuando Van Gogh partió de la capital y se trasladó al sur de Francia, continuó encargando asiduamente materiales a estas tiendas debido a la buena calidad del comercio parisino.⁴⁵

Las telas que Van Gogh adquiriría se vendían por metros que se recortaban posteriormente según unas medidas estandarizadas. Las tres formas rectangulares básicas disponibles en la Francia de esa época, eran conocidas como *figura*, *paisaje* y *marinas*. Para cada tamaño de numeración, las tres formas tendrían la misma dimensión en una de sus medidas, pero diferirían en la otra, siendo *la figura* la más amplia, y *la marina* la más estrecha⁴⁶. A su vez estas medidas se podían agrupar en tamaños generales (15, 20, 25 etc. Figuras), siendo el “30 figuras” el modelo más utilizado por Van Gogh (fig. 33.).

TOILES POUR PEINTURE A L'HUILE TENDUES SUR CHASSIS										
NUMÉROS	DIMENSIONS			TOILE ORDINAIRE			TOILE 1/2 FINE	TOILE FINE		
	FIGURE	PAYSAGE	MARINE	CHASSIS ordinaires carrés	CHASSIS à clés, carrés modèle déposé (*)	CHASSIS ordinaires ovales	CHASSIS à clés, carrés modèle déposé (*)	CHASSIS à clés, carrés modèle déposé (*)	CHASSIS à clés, ovales anciens	
1	0 22 x 0 16	0 22 x 0 14	0 22 x 0 12	fr. 60	fr. 65	fr. 60	fr. 60	fr. 85	fr. 60	
2	0 24 x 0 19	0 24 x 0 16	0 24 x 0 14	» 65	» 70	» 65	» 70	» 80	» 65	
3	0 27 x 0 22	0 27 x 0 19	0 27 x 0 16	» 70	» 75	» 70	» 75	» 95	» 70	
4	0 33 x 0 24	0 33 x 0 22	0 33 x 0 19	» 80	1 05	2 »	1 20	1 50	4 75	
5	0 35 x 0 27	0 35 x 0 24	0 35 x 0 22	» 90	1 25	2 25	1 40	1 75	5 50	
6	0 41 x 0 33	0 41 x 0 27	0 41 x 0 24	1 »	1 50	2 50	1 70	2 20	6 »	
8	0 46 x 0 38	0 46 x 0 33	0 46 x 0 27	1 30	1 75	3 »	2 10	2 70	6 50	
10	0 55 x 0 46	0 55 x 0 38	0 55 x 0 33	1 50	2 25	3 75	2 70	3 55	8 50	
12	0 60 x 0 50	0 60 x 0 46	0 60 x 0 38	1 80	2 55	4 25	3 10	4 15	9 50	
15	0 65 x 0 54	0 65 x 0 50	0 65 x 0 46	2 »	3 »	4 50	3 60	4 85	11 »	
20	0 73 x 0 60	0 73 x 0 54	0 73 x 0 50	2 50	3 50	5 75	4 20	5 70	12 50	
25	0 81 x 0 65	0 81 x 0 60	0 81 x 0 54	2 80	4 15	6 75	5 05	6 80	14 »	
30	0 92 x 0 73	0 92 x 0 65	0 92 x 0 60	3 30	5 15	7 50	6 30	8 55	15 »	
40	1 » x 0 81	1 » x 0 73	1 » x 0 65	4 25	6 10	9 »	7 55	10 15	20 »	
50	1 16 x 0 89	1 16 x 0 81	1 16 x 0 73	5 25	7 65	11 »	9 35	12 75	22 »	
60	1 30 x 0 97	1 30 x 0 89	1 30 x 0 81	6 25	8 95	13 »	11 05	15 15	28 »	
80	1 46 x 1 14	1 46 x 0 97	1 46 x 0 89	8 20	11 60	16 »	14 30	19 70	32 »	
100	1 62 x 1 30	1 62 x 1 14	1 62 x 0 97	10 »	14 65	20 »	18 05	24 80	36 »	
120	1 95 x 1 30	1 95 x 1 30	1 95 x 1 14	12 »	18 15	22 »	22 20	30 30	40 »	

(1) Voir figure, page ci-contre.

NOTA. — Les Châssis hors mesure sont livrés dans les 24 heures de la réception de la Commande.

Fig. 33. Lista de ventas de lienzos imprimados de la firma *Burgués Aîné* (1888).

⁴⁵ “Aun hoy, volveré a arruinarme, porque también debo comprar la tela y prepararla yo mismo, ya que la de Tasset no ha venido todavía (...); 10 metros o por lo menos 5 de tela común a 2 fr. 50.”⁴⁵ (Carta nº 546. Octubre de 1888.)

⁴⁶ DDAA (1984). “*Historia Universal del Arte*. Volumen 8”. Sarpe. Pág. 1162

La imprimación de las telas preparadas solía consistir en la aplicación de una capa de cola de conejo y yeso, para el control de absorción por parte de la tela⁴⁷; *“seguida por dos capas de aceite de linaza con blanco de plomo para conseguir cierta opacidad”* (Hendriks y Geldof, 2005, pág. 43-44).

Son varios los tipos de fibras textiles que se podían adquirir en esa época. Normalmente el tejido más comercializado fue el lino, aunque hubo artistas que prefirieron el algodón o incluso se atrevieron con variedades más exóticas y bastas como el yute o el cáñamo. Precisamente el yute no fue muy utilizado en pintura, sin embargo nos consta que los pintores que más lo utilizaron en sus obras fueron Vincent Van Gogh y Paul Gauguin (fig. 34.).⁴⁸



Fig. 34. GAUGUIN, Paul. *Van Gogh pintando girasoles* (1888). Museo Van Gogh, Amsterdam. Uno de los pocos ejemplos pictóricos realizado en óleo sobre tela de yute.

⁴⁷ *“Le preguntarás –te lo ruego- al tío Tasset o al tío l’Hôte, el último precio de 10 metros de su tela de yeso o absorbente- y me harás llegar el resultado de la discusión que tendrás, probablemente, con este señor, para la entrega de la mercancía más abajo mencionada (...)”* (Carta nº 475. Arles, 10 de marzo de 1888.)

⁴⁸ VILLARQUIDE, A. (2004) *“La pintura sobre tela I”*. NEREA, Pág. 115

Van Gogh por lo general utilizó un tejido de lino fino, con una estructura regular y ya imprimado, que adquiría en rollos y colocaba posteriormente en el bastidor (fig. 35.). Los bastidores eran reutilizados con mucha frecuencia para nuevas pinturas⁴⁹, ya que Vincent solía desclavar las telas y enrollarlas para enviárselas a su hermano Theo.⁵⁰

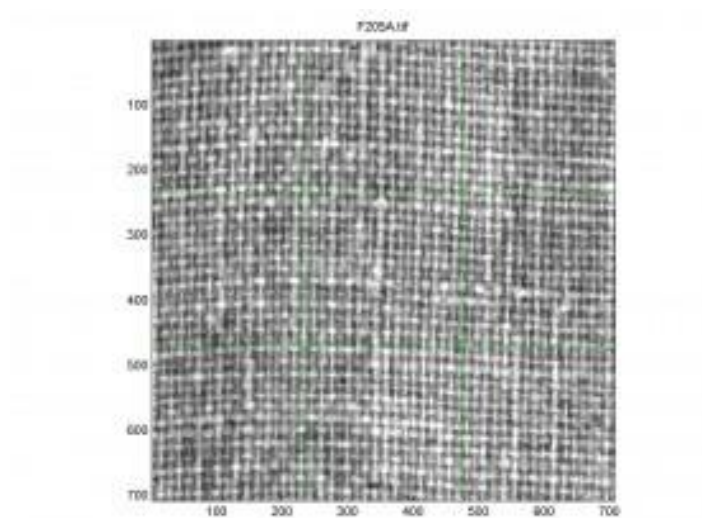


Fig. 35. Detalle de una radiografía de una pintura de Van Gogh que revela la estructura de tejido de lino.⁵¹

⁴⁹ (..) Dejando a un lado, o no, los 5 metros que había solicitado, lo mejor sería tomar una pieza entera. Después de haber comprado recientemente algunos lienzos, voy a mantener los bastidores para reutilizarlos, que es un gran ahorro.” (Carta nº631. Arles. Lunes, 25 de junio 1888.

⁵⁰ “Pronto te enviaré algunos lienzos enrollados, y el resto cuando sea posible enrollarlos.” (Carta nº 631. Para Theo. Arles. Lunes, 25 de junio 1888.)

⁵¹ HENDRIKS, E.,(2911) “With a little help from the computer...” from Van Gogh Museum`s blog

3. 2. 2. La paleta cromática de Van Gogh

“He aquí el pedido: 20 Blanco de Plata, tubos gruesos; 10 ídem blanco de Zinc; 15 Verde Veronés, tubos dobles; 10 Amarillo de Cromo, limón, íd.; 10 Amarillo de Cromo (Nº dos), íd.; 3 Bermellón, íd.; 3 Amarillo de Cromo, .º tres, íd; 6 Laca geranio, pequeños tubos; 12 Laca común; 2 Carmín ; Estos tres últimos recientemente molidos: si están engrasados los devolveré); 4 Azul de Prusia, tubos chicos; 2 Mina anaranjada, tubos chicos; 6 verde esmeralda, tubos chicos.”⁵²

Vincent Van Gogh, uno de los grandes coloristas por excelencia dentro de la Historia del Arte, era consciente de que con el paso del tiempo la violencia de sus colores se iría atenuando.⁵³ Por esta razón no dudaba en utilizar pigmentos fuertes, ya fuesen tradicionales o relativamente recientes como el amarillo de cromo, amarillo de cadmio, azul o violeta de cobalto, verde esmeralda o carmín sintético, además del verde veronés, el bermellón y el azul de Prusia, entre otros. También utilizó algunas tierras.

Como los impresionistas, mezclaba muchos de sus colores con blanco (preferentemente el de zinc, comercializado desde mediados del siglo XIX; o el tradicional blanco de plomo) de modo que fuesen más cubrientes.

Vincent intentaba elegir colores de gran estabilidad. Sin embargo en algunas ocasiones, la falta de medios financieros hizo necesario el uso de productos de baja calidad que han afectado a la permanencia de su obra.⁵⁴

En cuanto al uso de barnices, la preferencia de Van Gogh por dejar sus pinturas sin barniz para preservar una superficie mate, estaba en consonancia con la de otros pintores impresionistas de su época.

⁵² Arles, 10 de marzo de 1888, carta nº475

⁵³ “(...) es lamentable que ciertos colores resistentes como el cobalto sean tan caros. No sé qué es lo que hay que pensar de los cromos y rojo de grana; pero puedo muy bien imaginarme que ciertos cuadros, sobre todo las puestas de sol americanas –tú conoces este género de pintura-, obtenidos con veladuras de cromo, resistirán poquísimos al tiempo” (4 de noviembre de 1885, carta nº430).

⁵⁴ LLORENTE, A., Eduathyssen. Cap.5: Vincent Van Gogh.

Únicamente barnizó sus obras en los casos en los que los colores y pigmentos utilizados requerían este material⁵⁵. No fue hasta la muerte de su hermana Jo Van Gogh (que custodiaba las obras de su hermano) cuando se barnizaron multitud de obras del artista.

Muy pocas obras han escapado de este tipo de intervenciones. Un ejemplo que ilustra esto es “*El jardín del hospital de San Pablo*” proporcionando una referencia visual única de cómo es actualmente, una pintura del artista en estado envejecido sin barnizar (fig. 36., 37.)⁵⁶.

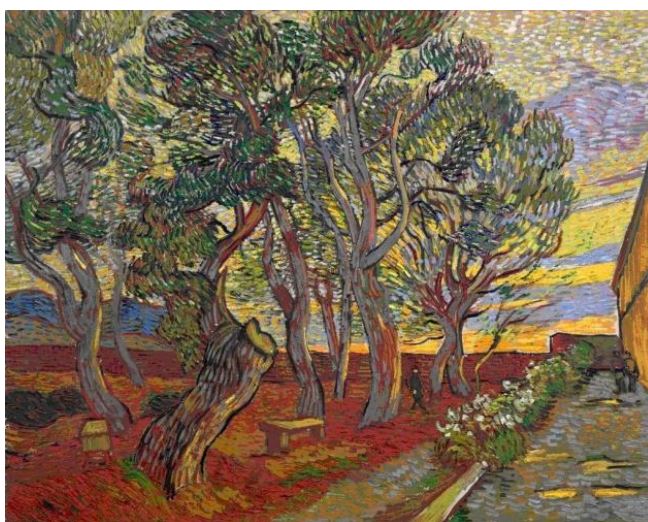


Fig. 36. VAN GOGH, Vincent. *El jardín del hospital de San Pablo* (1889). Van Gogh Museum, Ámsterdam.

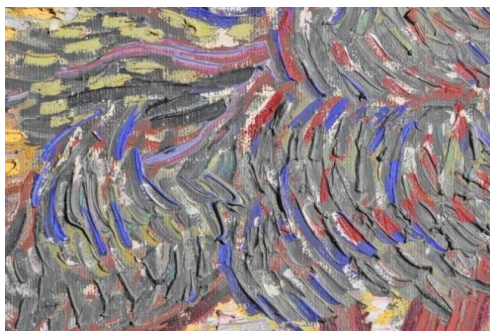


Fig. 37. Detalle de “*El jardín del hospital de San Pablo*”.

⁵⁵ “Creo que una vez que los tonos azules de Prusia están secos, obtendrán la oscuridad mediante el barnizado”

⁵⁶ HENDRIKS, ELLA. (2010) “*The original Surface*” from Van Gogh Museum’s blog

A partir de las cartas escritas en francés por Vincent Van Gogh, y de diversos estudios analíticos realizados a la obra del artista, se ha podido establecer un listado de los principales pigmentos y tonalidades que componen la multitud de sus pinturas.

A continuación se recopilan, de manera esquemática y clasificada por colores, las descripciones y principales características de los diferentes pigmentos utilizados por el maestro del color:

Blanco de zinc⁵⁷

Composición	- ZnO. Óxido de zinc (a veces adulterado con blanco de plomo)
Otros nombres	- Blanco de China, <i>zinc white</i>
Origen	- Sintético
Periodo de empleo	- Conocido desde 1782, empezó a comercializarse como pigmento a partir de la mitad del siglo XIX.
Color	- Blanco con un notable poder cubriente; ante la luz UV aparenta fluorescencia
Estabilidad	- Posee buena resistencia a la luz y a los agentes atmosféricos. Tiene tendencia a convertirse en carbonato de zinc, igualmente blanco. Es soluble en disoluciones ácidas y básicas
Compatibilidad	- Es compatible con todos los pigmentos. Sin embargo, parece acelerar el desvaído de algunos pigmentos orgánicos de síntesis
Técnicas	- Se emplea en todas las técnicas, incluidas aquellas que utilizan aglutinantes al agua, en las que este pigmento se conoce con el nombre “blanco de China”

⁵⁷ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). “La química en la restauración”. NEREA. Pág. 48-49.

Blanco de plomo⁵⁸

Composición	- $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$. Carbonato básico de plomo
Otros nombres	- Albayalde, cerusa, copo blanco, blanco de plata ⁵⁹ , <i>lead White</i> , <i>flake White</i> , <i>cremnitz White</i>
Origen	- Sintético
Período de empleo	- Conocido y utilizado desde la Antigüedad. Ha sido el blanco más empleado hasta el siglo XIX, en parte sustituido por el blanco de zinc y, ya en el siglo XX, por el blanco de titanio
Color	- Blanco con un notable poder cubriente
Estabilidad	- Cuando se emplea en pintura al temple sobre papel tiende a ennegrecer por la acción del ácido sulfhídrico que puede estar presente en el aire y puede transformarse en sulfuro de plomo (PbS) negro. Utilizado en las pinturas murales con aglutinantes magros y en presencia de humedad, se oxida y se transforma en PbO_2 marrón
Compatibilidad	- En las técnicas al óleo es compatible con todos los pigmentos, puesto que las partículas se encuentran protegidas por una película impermeable. En las técnicas al agua es sensible a muchos pigmentos constituidos por sulfuros, que podrían transformarlo en PbS
Técnicas	- Se emplea principalmente en las técnicas al temple de huevo y al óleo sobre tabla y lienzo

⁵⁸ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 48

⁵⁹ BONTCÉ, J. (1980) "Técnicas y secretos de la pintura" L.E.DA Pág. 27

Verde esmeralda⁶⁰

Composición	- $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$. Acetato-arseniato de cobre
Otros nombres	- Verdes de París, verde veronés, <i>Schweinfurt Green</i> , <i>París Green</i>
Origen	- Artificial
Periodo de empleo	- Muy poco utilizado, ya que es venenoso. Se empleó principalmente en el siglo XIX
Color	- Verde azulado muy brillante, es el más luminoso de los verdes, sin otro que se le asemeje. Posee buen poder cubriente
Estabilidad	- Poco resistente. Ennegrece en atmosferas sulfurosas y se descompone fácilmente en álcalis y ácidos

Verde de cromo⁶¹

Composición	- $\text{Fe}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + \text{PbCrO}_4$. Mezcla de azul de Prusia y amarillo de cromo. No hay que confundirlo con el verde de cromo (cfr) ⁶²
Otros nombres	- <i>Cinnabar green</i> , <i>oil Green</i>
Origen	- Sintético
Período de empleo	- Desde comienzos del siglo XIX
Color	- Variable, de verde hierba a verde azulado. Tiene buen poder cubriente
Estabilidad	- Tiende a volverse azul por acción de la luz. Presenta los mismos defectos que el azul de Prusia y el amarillo de cromo
Técnicas	- Poco utilizado en la pintura mural por su sensibilidad a los álcalis. Es un pigmento poco adecuado para la pintura artística

⁶⁰ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 64

⁶¹ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 65

⁶² (...) un jardín naturalmente verde, está pintado en verde, propiamente dicho, nada más que con azul de Prusia y amarillo de cromo (...). Carta nº 539, Nuenen, viernes 28 de octubre de 1885

Amarillo cadmio⁶³

Composición	- CdS. Sulfuro de cadmio
Origen	- Artificial
Período de empleo	- A partir de mediados del siglo XIX
Color	- Varía del amarillo limón al anaranjado, dependiendo del procedimiento de elaboración. Posee un notable poder cubriente
Estabilidad	- Permanente y estable a la luz y a los otros agentes atmosféricos
Compatibilidad	- El producto moderno, eliminado el exceso de azufre, es compatible con la mayor parte de los pigmentos, excepto con los que contienen plomo o cobre
Técnicas	- Utilizado mayoritariamente en las técnicas al óleo

Amarillo de cromo⁶⁴

Composición	- PbCrO ₄ . Cromato de plomo
Otros nombres	- Amarillo de Colonia, amarillo real, amarillo limón ⁶⁵ <i>Paris yellow</i>
Origen	- Sintético
Período de empleo	- Producido comercialmente a partir de 1818, se ha utilizado poco
Color	- Variable entre amarillo limón y anaranjado, dependiendo del tamaño de las partículas
Estabilidad	- Cuando es químicamente puro permanece inalterable ante la luz, pero con frecuencia oscurece con el envejecimiento. Puede tornarse verde si se expone a una luz solar muy intensa
Compatibilidad	- A veces, si se mezcla con pigmentos de origen orgánico, se vuelve verdoso por reducción a óxido de cromo

⁶³ MATTEINI, M., MOLES, A., (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 68

⁶⁴ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 69

⁶⁵ DOERNER, M. (1998). "Los materiales de pintura y su empleo en el arte". REVERTE. Pág. 52

Técnicas	- Se ha empleado con buenos resultados en las técnicas al óleo. No se puede utilizar en los frescos porque los álcalis de la cal lo transformarían en cromato básico de color rojizo
----------	---

Carmín⁶⁶

Composición	- Colorante orgánico cuyo elemento principal es el ácido carmínico ($C_{22}H_{20}O_{13}$)
Otros nombres	- Cochinilla, laca carmín, <i>cochineal</i> , <i>crimson lake</i>
Origen	- Natural animal. Actualmente se comercializan también con este nombre lacas con colorantes sintéticos
Periodo de empleo	- Hizo su aparición en Europa a mediados del siglo XVI y se ha utilizado hasta el siglo XIX
Color	- Variable, de escarlata a púrpura, dependiendo del mordiente empleado
Estabilidad	- Casi estable en óleo, resiste menos en los colores al temple por su tendencia a oscurecer y a decolorarse por acción de la luz
Técnicas	- Principalmente óleo, pero también se usa en técnicas al agua

Bermellón⁶⁷

Composición	- HgS. Sulfuro de mercurio de rojo.
Otros nombres	- Cinabrio
Origen	- Natural mineral y sintético
Período de empleo	- Desde la antigüedad. A menudo adulterado
Color	- Rojo brillante y puro, de elevado poder cubriente

⁶⁶ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 81

⁶⁷ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 75

Estabilidad	- Expuesto directamente a la luz solar puede oscurecer
Compatibilidad	- A pesar de ser un sulfuro, es bastante inerte, y compatible con todos los pigmentos
Técnicas	- Se ha empleado en todas las técnicas, incluso en frescos de la Antigüedad romana. Ha sido menos utilizado en la pintura mural a partir del Medievo

Mina anaranjada (rojo de minio)⁶⁸

Composición	- Pb_3O_4 . Óxido mixto de plomo
Otros nombres	- Rojo de plomo, rojo Saturno, rojo París, <i>red lead</i>
Origen	- Sintético
Período de empleo	- Conocido y utilizado desde la Antigüedad
Color	- Anaranjado o anaranjado oscuro, muy cubriente
Estabilidad	- Se ennegrece en presencia del H_2S y no es muy estable a la luz y al aire
Estabilidad	- En las pinturas murales y en presencia de la humedad, se encuentra a menudo transformado en PbO_2 marrón oscuro. En óleo y en exteriores muestra una ligera tendencia a decolorarse. En condiciones normales es bastante estable
Técnicas	- Del empleo del minio en la técnica al temple para la decoración de manuscritos derivan precisamente los términos “miniar” y “miniatura”. Por su relativa estabilidad, hoy se tiende a utilizarlo menos que en el pasado. Se ha usado en todas las técnicas

⁶⁸ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). “La química en la restauración”. NEREA. Pág. 76

Laca geranio⁶⁹

Composición	- Su elemento principal es la eosina, un compuesto formado por carbono, hidrógeno y bromo.
Otros nombres	- <i>Geranium lake</i>
Origen	- Sintético
Período de empleo	- Producido por primera vez en 1873
Color	- Rojo brillante parecido al de los geranios, de los que toma prestado su nombre. Poco cubriente
Estabilidad	- Se desvanece y pierde color en presencia de la luz.
Técnicas	- Se empleó únicamente durante el siglo XIX para la pintura al óleo.

Laca de granza⁷⁰

Composición	- Colorante orgánico cuyo componente principal es la alizarina
Otros nombres	- Alizarina, granza, <i>madder lake</i> , <i>rose madder</i> .
Origen	- Natural vegetal. Actualmente se ha sustituido con la alizarina sintética
Período de empleo	- Utilizada desde la Antigüedad egipcia
Color	- Rojo carmín con una tonalidad más caliente que de las lacas de alizarina pura, más transparente. Existe también una variedad más parda, llamada "laca de granza tostada"
Estabilidad	- Como todos los colorantes orgánicos es sensible a la luz. No obstante, aun siendo de naturaleza orgánica, es muy estable
Técnicas	- Utilizado en todas las técnicas mezclado con aluminio hidróxido

⁶⁹ GELDOF, M., (2010) "Finding the suspect of the discolouration of the floor" from Van Gogh Museum's blog.

⁷⁰ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 80

Azul cerúleo⁷¹

Composición	- $\text{CoO} \cdot n\text{SnO}_2$. Óxido de estaño y cobalto (estannato de cobalto)
Origen	- Sintético
Período de empleo	- Desde la segunda mitad del siglo XIX
Color	- Azul claro de tonalidad verdosa y limitado poder cubriente
Estabilidad	- Es muy estable e inerte
Técnicas	- Se emplea sobre todo en óleo y acuarela

Azul cobalto⁷²

Composición	- $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. Óxido de aluminio y cobalto (aluminato de cobalto)
Otros nombres	- Azul Thénard, <i>cobalt blue</i>
Origen	- Sintético.
Período de empleo	- Descubierta a comienzos del siglo XIX
Color	- Azul puro e intenso y con notable poder cubriente
Estabilidad	- Químicamente muy estable
Técnica	- Empleado en todas las técnicas

⁷¹ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 58

⁷² MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 57

Azul de Prusia⁷³

Composición	- $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$. Ferrocianuro Férrico
Otros nombres	- Azul de Berlín, azul de París, azul de Amberes, azul de China, <i>prussian blue</i> , <i>tumbullís blue</i>
Origen	- Sintético
Periodo de empleo	- Fue descubierto a principios del siglo XVIII, pero su uso se generalizó sólo a partir de 1750
Color	- Azul intenso con tonalidades verdosas. Posee un elevado poder cubriente debido al reducido tamaño de sus partículas
Estabilidad	- Es estable frente a los ácidos diluidos y a los agentes atmosféricos normales. En medios alcalinos se descomponen y se transforman en hidróxido de hierro marrón
Técnicas	- Por su inestabilidad frente a los álcalis no puede ser utilizado en la pintura al fresco. Hasta el siglo XIX en el resto de técnicas

Azul ultramar⁷⁴

Composición	- Aproximadamente $\text{Na}_{8-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{29}\text{S}_{2-4}$. Parecido al ultramar natural (lapislázuli) pero sin impurezas
Otros nombres	- Ultramar, <i>ultramarine blue</i> , <i>french ultramarine</i> , <i>french blue</i> .
Origen	- Sintético
Período de empleo	- Desde la primera mitad del siglo XIX
Color	- Azul más intenso que el del lapislázuli
Estabilidad y técnicas	- Es medianamente estable a los agentes atmosféricos comunes. Los ácidos diluidos en caliente lo descomponen y hacen que pierda color. Apto para todas las técnicas excepto para la pintura al fresco, ya que, debido a su sensibilidad a los agentes, si se expone a ellos tiende a perder color

⁷³ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 58

⁷⁴ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 56

Violeta de cobalto⁷⁵

Composición	a) $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$. Fosfato de cobalto (Violeta oscuro) b) $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2$. Arseniato de cobalto (Violeta claro) c) Una mezcla de los dos (Violeta rojizo)
Origen	- Sintético
Periodo de empleo	- Conocido a partir de la segunda mitad del siglo XIX
Color	- De violeta rojizo a violeta azulado, según su composición; semitransparente y de poco poder cubriente
Estabilidad	- Estable. El arseniato debe manejarse con precaución, pues es venenoso

Ocres amarillos⁷⁶:

Composición	- Tierras naturales que contienen sílice y silico-aluminatos y que deben su color a los óxidos de hierro hidratados de que se componen. Entre estos, el más importante es el $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Otros nombres	- Amarillo Marte (artificial), <i>Golden ocre</i>
Origen	- Natural mineral
Periodo de empleo	- Conocido y utilizado desde la Antigüedad
Color	- Amarillo opaco, con diferentes tonalidades según el lugar de origen y la composición. Posee un notable poder cubriente
Estabilidad	- Estables frente a todos los agentes
Técnicas	- Utilizados en todas las técnicas, y particularmente frescos

⁷⁵ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 54

⁷⁶ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 68

Siena⁷⁷

Composición	- Óxido de hierro (Fe_2O_3) con pequeñas cantidades de silicatos arcillosos y de dióxido de manganeso
Otros nombres	- Variedades : sienta natural (<i>raw siena</i>), siena tostado (<i>burnt siena</i>)
Origen	- Natural mineral. Las variedades más oscuras se obtienen por calcinación del siena natural
Periodo de empleo	- Utilizado en todas las épocas
Color	- Desde el pardo-anaranjado hasta el marrón oscuro semitransparente
Estabilidad	- Por ser compuestos formados por silicato y óxidos insolubles, presentan una óptima estabilidad a todos los agentes
Técnicas	- Se ha empleado en todas las técnicas, incluso como pigmento para veladuras, gracias al pequeño tamaño de sus partículas y a su parcial transparencia

Pardo (*Van Dyke*)⁷⁸

Composición	- Material orgánico: tierra bituminosa, como la lignita, derivada de la composición de las plantas
Otros nombres	- Tierra Cassel, tierra de Colonia
Origen	- Natural
Período de empleo	- Utilizado principalmente en el siglo XVIII
Color	- Marrón de tonalidades pardo-rojizas y de poco poder cubriente
Estabilidad	- Tiende a descomponerse y a decolorarse en las técnicas al agua, y a craquelarse en las técnicas al óleo

⁷⁷ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 84

⁷⁸ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 85

Bistre⁷⁹

Composición	- Parecido al asfalto (betún)
Origen	- Sintético. Se extrae del hollín de alquitrán que se obtiene quemando madera de haya
Período de empleo	- Desde el siglo XV hasta el siglo XIX
Color	- Marrón con tonalidades verdosas
Estabilidad	- En condiciones normales es bastante estable. Sin embargo, tiene tendencia a decolorarse si se expone a una luz solar intensa
Técnicas	- Se empleó sobre todo para ilustraciones de manuscritos

Negro marfil⁸⁰

Composición	- Antiguamente se obtenía se la calcinación del marfil pero en la actualidad el marfil se ha sustituido por huesos de animales
Otros nombres	- Negro de hueso, negro animal, <i>bone black</i> , <i>ivory black</i> .
Origen	- Natural orgánico
Período de empleo	- Desde la Antigüedad
Color	- Sus colores negro azulado y tiene un notable poder cubriente
Estabilidad	- Presenta una óptima estabilidad a todos los agentes
Técnicas	- Hoy en día es el negro más utilizado en la pintura, en todas sus técnicas

⁷⁹ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 86

⁸⁰ MATTEINI, M., MOLES, A. (2001). "La química en la restauración". NEREA. Pág. 88

4. DETERIOROS DE LA OBRA DE VAN GOGH

Desde mediados del siglo XIX, la producción industrial de materiales artísticos desvinculó al pintor de la elaboración tradicional de los mismos. Como consecuencia, la calidad de los materiales fue disminuyendo de manera considerable pese a la ganancia de comodidad y el abaratamiento de costes.⁸¹

Aunque el número de pigmentos disponibles en el mercado aumentó considerablemente durante este siglo, muchos de ellos eran todavía inestables y los artistas no podían estar seguros de su grado de pureza⁸². Se generalizó en esta época la práctica de adulterar los pigmentos y pinturas con aditivos con el fin de disminuir los costes de producción. Ya el mismo van Gogh empezó a dudar desde el principio de la estabilidad y permanencia de los pigmentos modernos⁸³

La adulteración de las pinturas (incluida la adición de cargas) provocaba en la mayoría de los casos que estas fueses más susceptibles a los cambios de color.⁸⁴ Además, el hecho de que estos pigmentos se encontraran en el mercado con diversas denominaciones (según el fabricante) y la posibilidad añadida de cambios de composición del producto, hacían imposible prever su posible reacción al entrar en contacto con otros materiales de la pintura o exponerlos a los agentes atmosféricos.⁸⁵

⁸¹ MAYER, Ralph (1993) *“Materiales y técnicas del arte”*. Tursen Hermann Blume Ediciones.

⁸² M. Shires, Linda. *“On Color Theory, 1835: George Field’s Chromatography”*

⁸³ *“No sé qué es lo que hay que pensar de los cromos y rojo de granza; pero puedo muy bien imaginarme que ciertos cuadros (...), obtenidos con veladuras de cromo, resistirán poquísimo al tiempo”* (4 de noviembre de 1885, carta nº430).

⁸⁴ L. Carlyle. (1993) ‘Authenticity and adulteration: what materials were 19th-century artists really using?’. Pág. 56–60.

⁸⁵ SCICOLONE, GIOVANNA C. (2002) *“Restauración de la pintura contemporánea”* NEREA. Pág. 49

Debido a esta situación, diversas obras de Vincent Van Gogh están sufriendo cambios cromáticos, como la transformación del amarillo de cromo a un tono marrón en sus famosos *“Girasoles”*; el oscurecimiento del amarillo de cadmio en *“Flores en un florero azul”*; el blanqueamiento de los brillantes rojos de plomo en el paisaje *“Gavilla de trigo con cielo nublado”*; o la decoloración causada por la laca geranio en el *“Dormitorio de Arlés”*

Para comprender estos cambios cromáticos se ha de realizar un estudio de los factores de deterioro, tanto intrínsecos como extrínsecos. De manera intrínseca la composición de los nuevos pigmentos, como ya se ha mencionado, es la que influye negativamente en la conservación de las obras.

Sin embargo, la averiguación del resto de factores que intervienen en la obra de Van Gogh, así como la comprensión de los daños que estos producen sobre las pinturas, se analizarán y estudiarán a continuación siguiendo una serie de objetivos y metodología propuesta.

OBJETIVOS

A partir de la información obtenida en la revisión bibliográfica, el presente trabajo tiene, como objetivo principal, el estudio y justificación de cada una de las transformaciones cromáticas de la obra de Vincent Van Gogh.

En este estudio, no solo se pretende tratar sobre los aspectos técnicos de los materiales que componen la obra de Van Gogh, sino que se intentará responder a las infinitas preguntas que se pueden llegar a formular al observar un cuadro que ha perdido sus características originales, como son: cómo se ha producido el deterioro, que lo ha producido y por qué.

Para cumplir este objetivo nos proponemos los siguientes objetivos específicos:

- Descripción de cada uno de los cambios cromáticos en las distintas obras de Van Gogh.
- Identificación de los posibles factores de deterioro, tanto extrínsecos como intrínsecos que han producido los cambios cromáticos mediante la utilización de distintas técnicas de análisis.
- Justificación de los distintos cambios cromáticos desde el punto de vista químico.
- Propuesta, en la medida de lo posible, de medidas de actuación de conservación y restauración de las pinturas con este tipo de deterioros.

METODOLOGÍA

Lo primero que hubo que valorar a la hora de abordar el trabajo fue la elección concreta del tema. Esta valoración fue motivada esencialmente, por la oportunidad de poder continuar la investigación comenzada en segundo de carrera durante la asignatura “Factores del deterioro” en la que se nos asignaron diversos artículos científicos para que explicásemos los deterioros y estudios que se realizaron en diversos materiales y obras. Una investigación titulada “El legado oscuro de Van Gogh” en la que se exponían los deterioros producidos por el amarillo de cromo fue el inicio de esta investigación.

Otro de los motivos que han conducido a la realización del estudio ha sido el desconocimiento generalizado que existe de los materiales dentro del contexto artístico. La Historia del Arte siempre se ha centrado más en diferenciar los diferentes estilos artísticos y sus características para posteriormente identificarlos, que en analizar la estructura o soporte que sustenta una obra de arte.

El alto porcentaje de las pinturas deterioradas y estudios analíticos realizados de la obra Vincent Van Gogh han influido de igual manera, ya que desde el año 2011 (año en que salió publicado el primer artículo en relación a los cambios cromáticos en la pintura del artista) han salido a la luz multitud de investigaciones nuevas acerca de este tema.

Para el desarrollo de este trabajo, se ha seguido una metodología científicamente rigurosa (basada en una minuciosa búsqueda y análisis de fuentes bibliográficas) con el fin de ordenar con la máxima claridad posible la información sobre el tema expuesto.

Para ello, se ha estructurado este trabajo en ocho apartados generales, a excepción de un pequeño resumen o abstract donde se da una idea inicial de todo nuestro trabajo.

En el primer apartado, introducción, se enmarca la figura de Vincent Van Gogh dentro del contexto histórico-cultural de la segunda mitad del siglo XIX; se analizan las corrientes o estilos pictóricos que surgieron en esta época y con los que se relaciona al artista (impresionismo y postimpresionismo).

En el siguiente punto, titulado “el óleo”, se analiza todo el desarrollo histórico que han sufrido los materiales que componen esta técnica (destacando tanto la creación de los tubos de estaños como la creación de multitud de nuevos pigmentos); así como la comparación histórica y técnica de la técnica al óleo tradicional frente a la técnica moderna, para entender mejor el por qué hubo un cambio en los materiales empleados por los pintores, y por qué se generalizó su uso.

A continuación se realiza la biografía del pintor y se tratan los materiales específicos que componen su obra, a diferenciar entre el soporte de tela y la paleta cromática que usó el artista, identificando las características de cada uno de los pigmentos que utilizó como método de guía para el estudio posterior de deterioros.

En el apartado cuatro se trata la problemática que causó la incorporación de nuevos elementos químicos en las pinturas industriales y cómo estas han afectado de manera concreta a la obra de Van Gogh.

En quinto lugar, se propondrá un glosario de deterioros, ya que, aunque se trate en todos los casos de cambios cromáticos, estos no se dan siempre en los mismos pigmentos, no se producen los mínimos fenómenos, ni son provocados por el mismo agente de deterioro.

Mediante la revisión bibliográfica de una serie de artículos científicos se define, mediante el glosario de cambios cromáticos anterior, los estudios analíticos que se han llevado a cabo para explicar por qué se están deteriorando las pinturas.

En resultados y discusión (punto 6) se lleva a cabo una explicación exhaustiva de las reacciones químicas que se están dando en ciertas pinturas de Van Gogh en base a los estudios realizados y subdividida por los diferentes cambios tonales que aparecen en las obras.

Se incluye además un breve apartado de posibles medidas preventivas conservación, así como intervenciones de restauraciones tanto de las pinturas que ya están deterioradas como de las que son proclives a deteriorarse en un futuro próximo.

Por último, se exponen las conclusiones finales y se cita la bibliografía consultada a lo largo de todo el trabajo.

También, se ha de puntualizar que la mayoría de los apartados están ilustrados con imágenes relacionadas al texto (ordenadas en un índice a continuación de la bibliografía) para una mayor comprensión de lo expuesto.

En el anexo final se abordará brevemente la descripción esquemática de las principales técnicas de análisis utilizadas en los estudios para una mayor comprensión de cómo y por qué se están realizando esos análisis y los resultados que pueden aportar a la investigación.

ESTUDIO DE LOS DETERIOROS

1. CAMBIOS CROMÁTICOS DEL PIGMENTO AMARILLO DE CROMO

De entre todos los cambios cromáticos que se dan en la obra de Vincent Van Gogh, el producido por la utilización del pigmento amarillo de cromo (PbCrO_4), ha sido el más estudiado por los investigadores y especialistas de arte.

Los brillantes tonos amarillos compuestos a base de cromato de plomo están sufriendo un fenómeno de oscurecimiento debido a la exposición a rayos ultravioleta (UV) provocando un tono marrón y una decoloración de la superficie pictórica (fig. 38.).



Fig. 38. VAN GOGH, Vincent. *Orilla del Sena* (1887) Van Gogh Museum, Ámsterdam. Esta imagen dividida por franjas, ilustra (de izquierda a derecha) como era la pintura en el momento de su finalización; como la podemos ver en la actualidad; y el oscurecimiento que podrá sufrir dentro de 50 años si no se encuentra una manera de frenar el deterioro.⁸⁶

⁸⁶ MONICO, L., VAN DER SNICKT, G., JANSSENS, K., DE NOLF, W., MILIANI, C., VERBEECK, J., HAIYAN TAN, H., DIK, J., RADEPONT, M., and COTTE M. (2011) "Degradation Process of Lead Chromate in Paintings by Vincent van Gogh Studied by Means of Synchrotron X-ray Spectromicroscopy and Related Methods. 1-2.

El oscurecimiento de las áreas originalmente pintadas en amarillo de cromo (PbCrO_4 , $\text{PbCrO}_4 \cdot x\text{PbSO}_4$, o $\text{PbCrO}_4 \cdot x\text{PbO}$) es un fenómeno ampliamente observado en las pinturas de Vincent van Gogh. Para clarificar por qué estos colores se están convirtiendo lentamente en marrón, el equipo de Koen Janssens, de la Universidad de Amberes ha realizado un exhaustivo estudio.⁸⁷

En primer lugar se realizaron una serie de muestras de pigmentos artificialmente envejecidos para intentar clarificar el proceso de degradación del amarillo de cromo. Posteriormente estas muestras se analizaron mediante técnicas espectroscópicas de alta resolución lateral como los XANES (Espectroscopía de absorción de rayos X en el borde cercano), XRD (Difracción de rayos X) y EELS (Espectroscopía electrónica de pérdidas de energía) que utilizan la radiación con *synchrotron* (SR) en muchos casos. Como apoyo de caracterización de la muestras se han utilizado además, la espectrometría infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) y espectroscopía RAMAN.

El resultado de estas muestras envejecidas se comparó con micromuestras de diversas obras del artista así como tubos de pintura originales de la época.

⁸⁷ MONICO, L., VAN DER SNICKT, G., JANSSENS, K., DE NOLF, W., MILIANI, C., VERBEECK, J., HAIYAN TAN, H., DIK, J., RADEPONT, M., and COTTE M. (2011) "Degradation Process of Lead Chromate in Paintings by Vincent van Gogh Studied by Means of Synchrotron X-ray Spectromicroscopy and Related Methods. 1-2.

2. CAMBIOS CROMÁTICOS DEL PIGMENTO AMARILLO DE CADMIO

El pigmento amarillo de cadmio (CdS), cuyos tonos brillantes pueden variar del amarillo limón al anaranjado, está formando una capa de un tono gris anaranjado.

Al parecer, el agente de deterioro que provoca estos cambios tonales es la radiación ultravioleta (UV), que incide sobre un barniz que se aplicó posteriormente a la muerte del artista para (irónicamente) proteger la capa pictórica (fig. 39.).



Fig. 39. VAN GOGH, Vincent. *Flores en un florero azul* (1887) Van Gogh Museum, Ámsterdam. Pintura a la que se le han realizado estudios en relación a la degradación del amarillo de cadmio.

Durante una intervención de conservación en el año 2009 en el cuadro "Flores en un florero azul" pintado por Vincent Van Gogh, se advirtió una extraña costra grisácea anaranjada, opaca y con grietas, en aquellas zonas en las que el artista había utilizado el amarillo de cadmio.

Para buscar el origen de este deterioro se realizó un estudio en el que se tomaron dos muestras microscópicas y se examinaron minuciosamente usando potentes haces de rayos X* en las instalaciones del ESRF y del DESY.⁸⁸

La investigación fue realizada por el equipo de Koen Janssens y Geert Van der Snickt, de la Universidad de Amberes, en Bélgica; y especialistas de la Universidad Tecnológica de Delft en los Países Bajos, el Centro Nacional francés para la Investigación Científica, el ESRF en Grenoble, Francia, y el Sincrotrón Alemán de Electrones; además del personal propio Museo Kröller-Müller, lugar donde se encuentra la obra.

*Debido a la falta del texto completo no es posible afirmar con certeza la técnica analítica utilizada, sin embargo, en relación al tamaño de la muestra y el tipo de información recabada en los resultados, se podría haber efectuado la difracción de rayos X.

⁸⁸ VAN DER SNICKT, G., JANSSENS, K., DIK, J., DE NOLF, W., VANMEERT, F., JAROSZEWICZ, J. COTTE, M., FALKENBERG, G and VAN DER LOEFF, L. (2012). Combined use of Synchrotron Radiation Based Micro-X-ray Fluorescence, Micro-X-ray Diffraction, Micro-X-ray Absorption Near-Edge, and Micro-Fourier Transform Infrared Spectroscopies for Revealing an Alternative Degradation Pathway of the Pigment Cadmium Yellow in a Painting by Van Gogh”

3. CAMBIOS CROMÁTICOS DEL PIGMENTO ROJO DE MINIO O ROJO DE PLOMO

El Rojo de minio o rojo de plomo (Pb_3O_4), pigmento semiconductor ampliamente utilizado por Van Gogh en sus pinturas, está siendo modificado cromáticamente debido a los efectos de la luz y las reacciones con el dióxido de carbono del ambiente. Estas modificaciones cromáticas están dando como resultado un blanqueamiento localizado en aquellas zonas donde se encuentra el pigmento (fig. 40.).

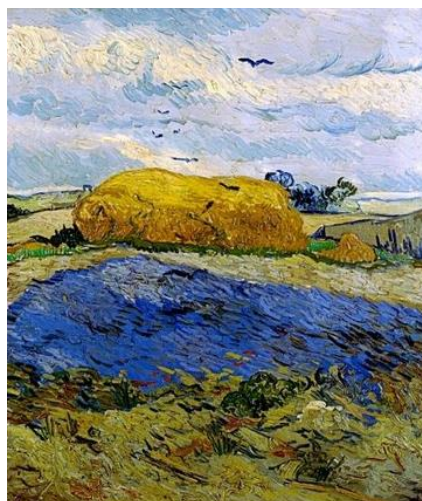


Fig. 40. VAN GOGH, Vincent. *Gavilla de trigo con cielo nublado* (1889) Kröller-Müller Museum, Otterlo.

Para esclarecer cuáles son las causas de este deterioro, un equipo de investigadores dirigidos por Koen Janssens (Universidad de Amberes) examinaron microscópicamente una pequeña muestra de la pintura.⁸⁹

En la investigación se utilizó una técnica combinada de difracción de rayos X y tomografía con el fin de determinar con una alta resolución espacial y especificidad, la distribución de los diferentes compuestos cristalinos dentro de la muestra.

⁸⁹ FREDERIK VANMEERT, F. VAN DER SNICKT., G and JANSSENS, K. (2015) Plumbonacrite Identified by X-ray Powder Diffraction Tomography as a Missing Link during Degradation of Red Lead in a Van Gogh Painting.

4. CAMBIOS CROMÁTICOS DEL PIGMENTO LACA GERANIO

La lacageranio, un pigmento derivado de la eosina (compuesto de carbono, hidrógeno y bromo), se desvanece al contacto con la luz (fig. 41.). Como consecuencia, aquellas zonas en las que se ha mezclado o se ha utilizado este pigmento sufren una decoloración que apaga los tonos originales.

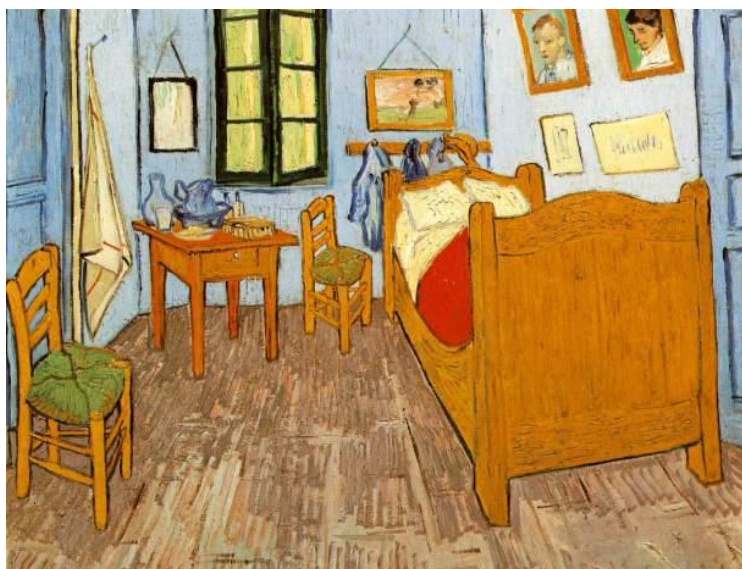


Fig. 41. VAN GOGH, Vincent. *El dormitorio de Arlés* (1888) Van Gogh Museum, Ámsterdam. Los brillantes colores de la obra se están desvaneciendo debido al efusivo uso que Van Gogh hizo del pigmento laca geranio.

Aún no existen estudios específicos en relación a este deterioro, sin embargo, la decoloración producida por la presencia de la luz en el pigmento laca geranio está ampliamente aceptada por la comunidad científica. Gracias a la toma de muestra casual de algunas obras afectadas por esta decoloración se ha podido establecer una conexión directa entre la inestable presencia de este pigmento y el deterioro que sufren dichas pinturas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. CAMBIOS CROMÁTICOS DEL PIGMENTO AMARILLO DE CROMO

El amarillo de cromo forma parte de los pigmentos basados en el cromato de plomo (PbCrO_4); así como el óxido de cromato de plomo ($\text{PbCrO}_4 \cdot x\text{PbO}$), amarillo anaranjado en el cual el óxido transmite un tono rojizo; o el sulfato de cromato de plomo ($\text{PbCrO}_4 \cdot x\text{PbSO}_4$), empleado para obtener tonos más pálidos de color amarillo.⁹⁰

El amarillo de cromo es un pigmento usado intensamente en el siglo XIX y, desde mitad de este siglo ya se conocía que padecía un oscurecimiento bajo la luz solar. Este fenómeno se ha observado en muchas pinturas de esta época, siendo uno de los casos más famosos las pinturas de Van Gogh. Entre las diferentes obras en las que se observa este deterioro podemos destacar las diferentes versiones de *“Los Girasoles”*, *“La orilla del Sena”* o *“Vista de Arles con lirios”* (fig. 42.).

La comunidad científica sospechaba que esta degradación implica una reacción de reducción del original Cr(VI) a Cr(III). El mecanismo exacto y la alteración resultante de Cr(III) nunca habían sido estudiados con anterioridad.

Para descubrir por qué estos colores se están convirtiendo lentamente en marrón, el equipo de Koen Janssens, de la Universidad de Amberes, y sus colaboradores han profundizado vehementemente en el tema.

⁹⁰ MONICO, L., VAN DER SNICKT, G., JANSSENS, K., DE NOLF, W., MILIANI, C., VERBEECK, J., HAIYAN TAN, H., DIK, J., RADEPONT, M., and COTTE M. (2011) “Degradation Process of Lead Chromate in Paintings by Vincent van Gogh Studied by Means of Synchrotron X-ray Spectromicroscopy and Related Methods. 1-2.



Fig. 42. VAN GOGH, Vincent. *Vista de Arles con lirios* (1888). Van Gogh Museum, Ámsterdam.

Dos investigaciones han demostrado el origen de este fenómeno. Por un lado se ha realizado un análisis por medio del microscopio de rayos X de absorción (SR u de XANES) y fluorescencia de rayos X (espectrometría de fluorescencia de rayos X) a diferentes tubos de pintura que contenían una alta cantidad de PbSO_4 , demostrando ser propensos a la decoloración tras un envejecimiento acelerado en una lámpara UV de 500 horas. Estos datos se compararon con muestras de pigmento amarillo de cromo artificialmente envejecidas.

Durante este tiempo, la pintura cambió de color de amarillo a marrón, y un análisis de rayos X identificó el oscurecimiento de la capa superior vinculada a una reacción de reducción del cromo en el amarillo de cromo de Cr(VI) a Cr(III) .

Análogo al estudio del pigmento envejecido, el análisis de rayos X realizado a las dos micromuestras de los cuadros "*Orilla del Sena*" (fig. 43) y "*Vista de Arles con lirios*" nos muestran cómo en la superficie alterada hay presencia de Cr(III) , sobre todo en zonas ricas en sulfato y/o compuestos de aluminio-silicatos, mientras que la pintura que rodea al amarillo degradado sólo contiene muestras de Cr(VI) , lo que implica que la técnica de Van Gogh de mezclar pintura blanca y amarilla para conseguir esa luz solar que tanto ansiaba reflejar podría catalizar el oscurecimiento de su pintura amarilla.

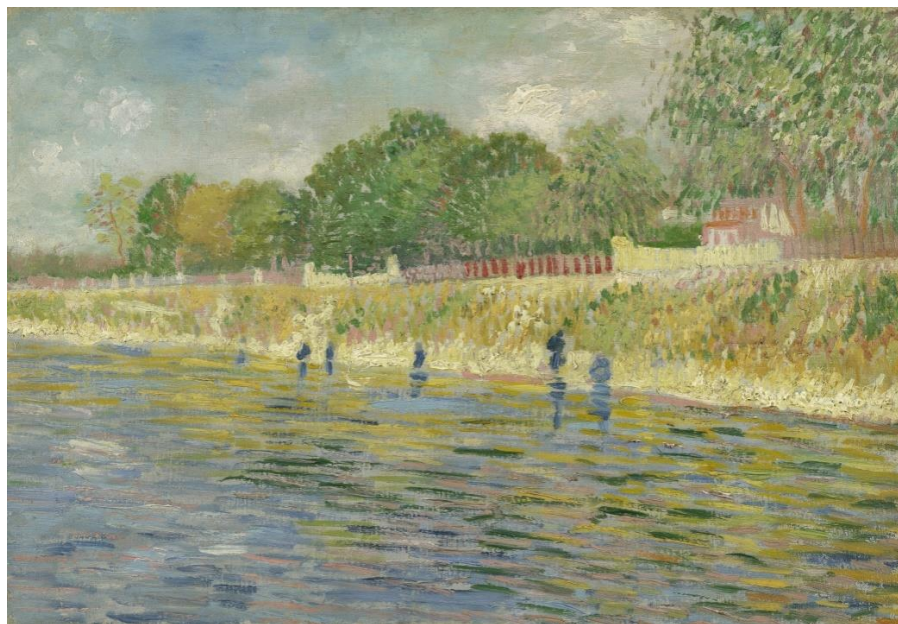


Fig. 43. VAN GOGH, Vincent. *Orilla del Sena* (1887) Van Gogh Museum, Ámsterdam

El método de fluorescencia microscópica de rayos-X permite hacer exploraciones de todas las capas presentes en las muestras (cada capa tiene tan sólo 20 o 30 micras de espesor) a través de haces de 1 micra de tamaño.

Posteriormente se registran los espectros XANES en lugares específicos, centrándose en un elemento específico, como el cromo o el azufre en este caso. A continuación, se puede variar la energía de los rayos-X con que irradiar la muestra.

Esto sirve para modificar la configuración electrónica de los átomos de cromo, pudiendo así desplazar los electrones del primer orbital (que dan la configuración estable de Cr(VI) incluso fuera del átomo). Mediante la determinación de más o menos energía, se pueden desplazar estos electrones y derivar información de su estado de oxidación.

En los lugares que han resultado degradados a color marrón, vemos capas muy finas en las que el cromo ha sido reducido, dando como resultado Cr(III), que en adición al Cr(VI) se obtiene un pigmento verde llamado verde viridian ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Óxido de cromo hidratado)

El objeto de ambas investigaciones ha sido el mismo: demostrar por primera vez que la alteración del amarillo de aramo es causada por la reacción de reducción del cromato de cromo (PbCrO_4) a verde viridian ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Los factores que intervienen en la reducción del cromato de plomo (amarillo de cromo) al óxido de cromo hidratado (Verde Viridian) vienen intrínsecos en la naturaleza de los componentes de dichos pigmentos.

Para que esta reacción tenga efecto, es necesaria una energía de activación que se ha demostrado que es debida a los rayos UV de la luz natural.

Tenemos que separar estos factores en dos reacciones bien distintas⁹¹:

1. Por un lado, el cromo es reducido por la presencia del oxígeno en el ambiente, normalmente el agua en estado gaseoso (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2) y el ozono de la atmósfera (O_3).

El plomo (Pb) no tiene ninguna significación en esta reducción, por lo que puede obviarse. Así que lo único que nos interesa aquí son los componentes que intervienen en la reacción y sus números de oxidación

En toda reacción de oxidación-reducción hay dos componentes que varían su número de electrones. Uno que los cede (agente reductor) y otro que los gana (agente oxidante). El agente oxidante será aquel cuyo valor de potencial de reducción sea mayor.

En química, en las reacciones que involucran la transferencia de electrones, la oxidación se define como la pérdida de electrones, mientras que la reducción se define como la ganancia de electrones (fig. 44.).

⁹¹ Brown, Andrew (2011) *“Van Gogh’s darkening legacy The brilliant yellows of van Gogh’s paintings are turning a nasty Brown”* Science in School Pág. 20-25

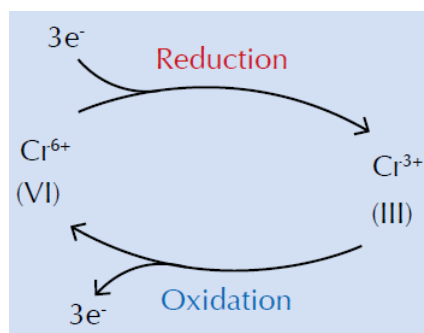


Fig. 44. Los dos cromos más comunes en estado oxidado son III y VI que corresponden con los especímenes Cr(III) y Cr(VI) respectivamente. Podemos decir que Cr(VI) se reduce cuando gana tres electrones para formar Cr(III) debido a que su estado de oxidación disminuye de VI a III.⁹²

Los electrones que intervienen en una reacción no pueden moverse espontáneamente de un reactivo al otro. La luz UV suministra a los electrones de los iones sulfuro (la forma de azufre que se cree participa en la reacción de oscurecimiento) la energía suficiente para que se conviertan en lo suficiente móviles para ser transferidos a Cr(VI). (Fig. 45).

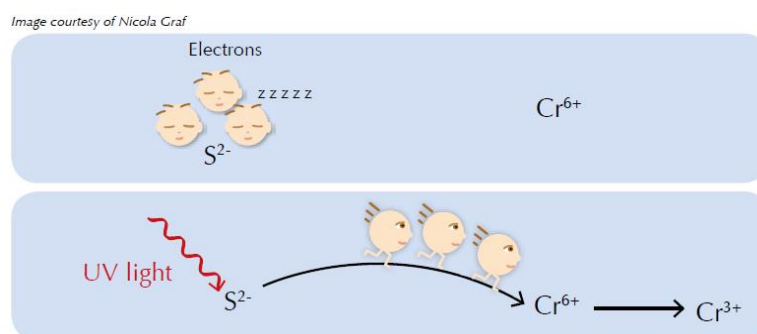


Fig. 45. “La luz UV suministra a los electrones de los iones sulfuro la energía suficiente para que se conviertan en lo suficiente móviles para ser transferidos a Cr(VI).”

⁹² Brown, Andrew (2011) “Van Gogh’s darkening legacy The brilliant yellows of van Gogh’s paintings are turning a nasty Brown” Science in School Pág. 20-25

2. Ahora bien, ¿por qué después de la reducción del cromo, que da como resultado el verde viridian, los pigmentos se tornan marrones?

Son varias las hipótesis posibles, pero en todas interviene un elemento fundamental: el azufre (S).

Es bien sabido que Van Gogh utilizaba blanco de plomo ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$, Carbonato básico de plomo) para conseguir el empastamiento de sus pinceladas, pero también usaba un compuesto sintético que estaba en auge en aquella época: el lipotón (ZnS), una mezcla de blanco de zinc y sulfato de bario (BaSO_4). En todos esos compuestos, hay una gran concentración de azufre. Además, el ácido sulfhídrico (H_2S) presente en el ambiente contiene una buena carga de azufre.

Las investigaciones han demostrado que es el azufre el elemento degradante, ya que la combinación de sulfatos y sulfuros con elementos metálicos como el plomo (Pb) y el cobre (Cu) dan como resultado un ennegrecimiento del metal en cuestión, creando sulfuros de plomo o cobre.

El equipo de Janssens cree que los iones sulfuro (S^{2-}) podrían ser el espécimen químico responsable de la reducción del cromo. Los iones sulfuro son una forma rica en electrones del azufre, lo que permite donar fácilmente electrones y por lo tanto, reducir el Cr(VI) a Cr(III), por la reacción anterior (fig. 46.). El bario también se asoció con las áreas que contienen cromo reducido, posiblemente debido a que los compuestos que contienen este elemento fueron la fuente de iones sulfuro.⁹³

Image courtesy of Nicola Graf

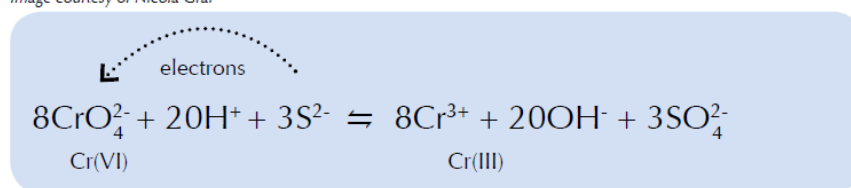


Fig. 46. Reacción de oxidación- reducción que transforma el Cr(VI) en Cr(III).

⁹³ Brown, Andrew (2011) "Van Gogh's darkening legacy The brilliant yellows of van Gogh's paintings are turning a nasty Brown" Science in School Pág. 24

2. CAMBIOS CROMÁTICOS DEL PIGMENTO AMARILLO DE CADMIO

Los estudios analíticos efectuados en el cuadro "*Flores en un florero azul*", se han centrado en averiguar cuál es el origen de la extraña costra grisácea anaranjada que aparece en las zonas donde se utilizó el pigmento amarillo de cadmio (fig. 47).⁹⁴



Fig. 47. VAN GOGH, Vincent. *Flores en un florero azul* (1887) Van Gogh Museum, Ámsterdam.

El amarillo de cadmio (sulfuro de cadmio, CdS), era un pigmento relativamente nuevo en la época de Van Gogh y por lo tanto no se conocía cuál sería su estabilidad y duración a lo largo del tiempo. Recientemente se ha descubierto que en cuadros sin barnizar, este pigmento se oxida con el aire dando lugar a sulfato de cadmio (CdSO_4), dando como resultado una pérdida de color y luminosidad en la superficie pictórica.

⁹⁴ VAN DER SNICKT, G., JANSSENS, K., DIK, J., DE NOLF, W., VANMEERT, F., JAROSZEWICZ, J. COTTE, M., FALKENBERG, G and VAN DER LOEFF, L. (2012). Combined use of Synchrotron Radiation Based Micro-X-ray Fluorescence, Micro-X-ray Diffraction, Micro-X-ray Absorption Near-Edge, and Micro-Fourier Transform Infrared Spectroscopies for Revealing an Alternative Degradation Pathway of the Pigment Cadmium Yellow in a Painting by Van Gogh"

Sin embargo no nos encontramos ante este caso. El cuadro estaba barnizado, y por ello no se apreciaba la capa semitransparente de color hueso típica de la citada oxidación. Las costras delataban que se estaba produciendo un proceso de deterioro diferente, el cual está destruyendo el cuadro. La solución expeditiva de arrancar las costras y retirar el barniz no se pudo efectuar debido al frágil estado de la capa pictórica en estas zonas de la obra (fig. 48.).



Fig. 48. Imágenes en las que se muestra con detalle la costra gris anaranjada. (Foto: G. Van der Snickt/University of Antwerp)

Con el fin de averiguar lo que estaba sucediendo se extrajeron dos muestras microscópicas (cada una de tan sólo una fracción de milímetro) de la zona de contacto entre el barniz y la pintura. Los científicos examinaron minuciosamente estas muestras usando potentes haces de rayos X en las instalaciones del ESRF y del DESY (fig. 49.)

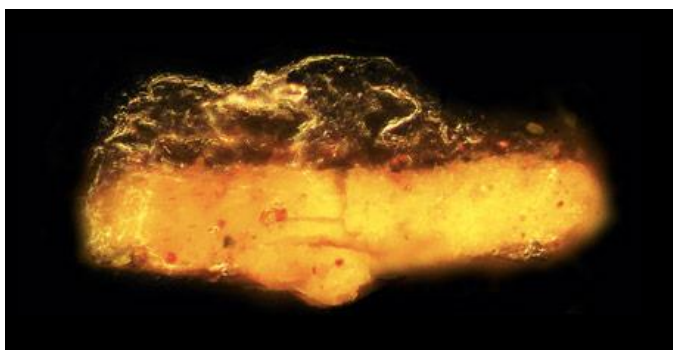


Fig. 49. Micromuestra donde se observa el pigmento amarillo abajo y la corteza gris-naranja arriba. (Foto: G. Van der Snickt/University of Antwerp)

Como resultado, los análisis revelaron la composición química y la estructura interna exactas de los componentes de las muestras y, ante la sorpresa de todos los expertos, no se encontraron los compuestos de sulfato de cadmio que deberían haberse formado en el proceso de oxidación.

En lugar de esto, se descubrió que los aniones de sulfato, en presencia de la luz, habían encontrado en los iones de plomo del barniz un agente apropiado para entablar una reacción química. Como consecuencia de ello se había formado anglesita (PbSO_4), un compuesto opaco que, según se comprobó, estaba presente en casi toda la capa de barniz. La fuente del plomo pudo ser un aditivo compuesto parcialmente de plomo, el cual fue agregado al barniz para acelerar el proceso de secado.

En la zona de contacto entre la pintura y el barniz, se ha formado además, una capa de oxalato de cadmio producida por la interacción de los iones de cadmio junto con los productos de degradación del propio barniz en presencia de la luz (radiación UV). Así pues, se puede afirmar que las costras opacas de color anaranjado grisáceo que desfiguran algunas partes del cuadro son el resultado de la anglesita y el oxalato de cadmio (fig. 50)

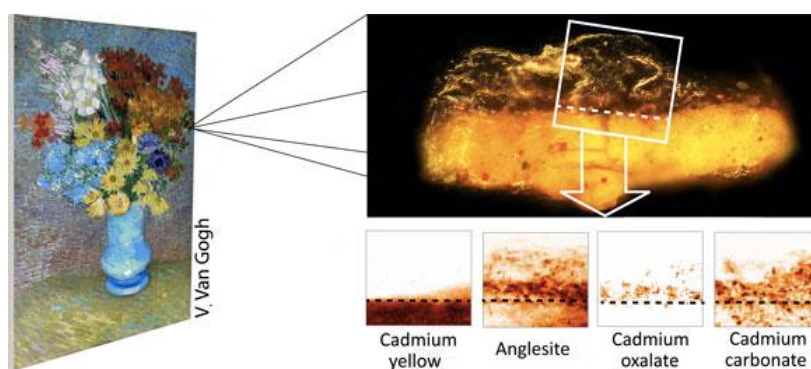


Fig. 50. Ilustración que muestra la zona donde se tomaron las muestras. La superposición y los cuatro compuestos claves en el deterioro de la obra. (Foto: G. Van der Snickt/University of Antwerp)

3. CAMBIOS CROMÁTICOS DEL PIGMENTO ROJO DE MINIO O ROJO DE PLOMO

El pigmento rojo de minio o rojo de plomo es un óxido de plomo (Pb_3O_4) cuyo color varía con el tiempo. En algunos casos se oscurece debido a la formación de plattnerita (PbO_2) o galena (PbS); mientras que en otros casos se produce un blanqueamiento provocado por la transformación de este pigmento en anglesita (PbSO_4) o en (hidro) cerusita ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$; PbCO_3). Todos estos, son compuestos derivados del plomo que aparecen cuando el óxido de plomo original se va modificando químicamente a causa del dióxido de carbono.⁹⁵

Sin embargo, estos procesos de deterioro no son los que se están dando en “Gavilla de trigo bajo un cielo nublado”. El equipo dirigido por Koen Janssens ha sido capaz de aclarar de forma más profunda el proceso de degradación del rojo de minio que causa el blanqueamiento del color.

Los investigadores examinaron microscópicamente una pequeña muestra de la pintura mediante la difracción de rayos X y las técnicas de tomografía con el fin de determinar la distribución de los diferentes compuestos cristalinos dentro de la muestra con una muy alta resolución espacial y especificidad (fig. 51.)

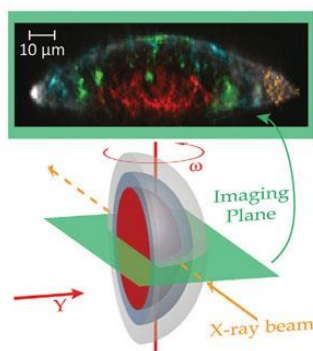


Fig. 51. Micromuestra tomada para la investigación © Wiley-VCH.

⁹⁵ FREDERIK VANMEERT, F. VAN DER SNICKT, G and JANSSENS, K. (2015) Plumbonacrite Identified by X-ray Powder Diffraction Tomography as a Missing Link during Degradation of Red Lead in a Van Gogh Painting.

Los resultados de los análisis detectaron la presencia de un nuevo compuesto: el producto de degradación blanco que se forma alrededor del pigmento rojo de minio es un compuesto de plomo llamado plumbonacrita (fig. 52).

Las cerusitas son una familia de compuestos que forman una cubierta blanca alrededor del minio, pero la plumbonacrita nunca se había detectado en una pintura anterior al siglo XX⁹⁶.



Fig. 52. En la imagen A se puede ver la zona del cuadro de la que se ha extraído la muestra. En las imágenes B y C se ven algunos fragmentos de plumbonacrita: en las zonas protegida del dióxido de carbono (cubierta por otros pigmentos) se conserva el color rojo del minio (B), mientras que en las áreas expuesta al aire el pigmento se ha vuelto completamente blanco (C)

Se ha considerado que este compuesto constituye un eslabón perdido entre el pigmento y la formación de la hidrocerusita y cerusita (pues en las partes exteriores de la muestra analizada se encuentran estos carbonatos derivados del plomo)

El equipo de investigación quiere continuar esta investigación realizando una degradación fotoquímica del minio, ya que piensan que es la exposición del pigmento rojo a la luz lo que lo convierte en plumbonacrita, que a su vez reacciona con el dióxido de carbono para formar hidrocerusita y cerusita.

⁹⁶ GHUNTER, MATTHEZ (2014) "Shedding light on fading reds in Van Gogh's paintings"

4. CAMBIOS CROMÁTICOS DEL PIGMENTO

LACA GERANIO

La laca geranio, tan utilizada por Van Gogh en su etapa da madurez es un pigmento compuesto de eosina, un colorante sintético formado de carbono, hidrógeno y bromo. Cuando este colorante se precipita sobre un sustrato (normalmente alumbre), produce un pigmento que se puede utilizar en la pintura de aceite. Se conoce desde los inicios de su comercialización que es inestable en presencia de la luz producción la decoloración de la superficie pictórica.

Multitud de pinturas del artista se están deteriorando debido a que están compuestas de este pigmento. Un ejemplo de ello es el “Dormitorio de Arles” el cual es descrito por Van Gogh en sus cartas como una síntesis de efusivos tonos brillantes. Hoy en día esta obra, como tantas otras ha perdido su tono original. Gracias al rejuvenecimiento digital nos podemos hacer una idea de cómo podrían ser los colores originales de las pinturas (fig. 53.).

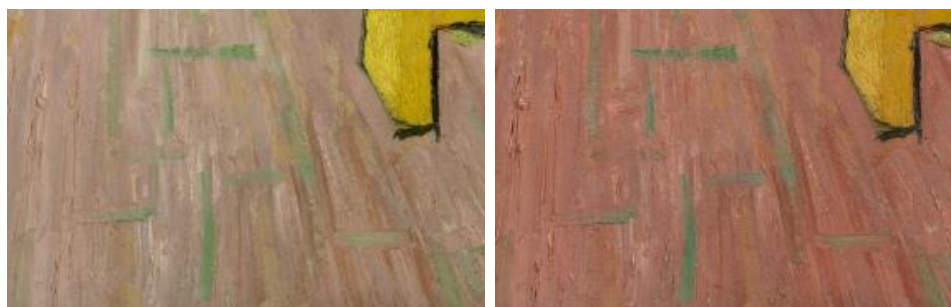


Fig. 53. Detalle de “El dormitorio en Arles” de Vincent Van Gogh (1888).

A la izquierda se puede observar el estado actual de las tonalidades de la obra. En la imagen derecha se ha llevado a cabo un rejuvenecimiento digital para acercarnos a los colores originales de la pintura.⁹⁷

⁹⁷ BERNES, R. (2010) “Digital rejuvenation of The Bedroom” from Van Gogh Museum’s blog

Aún no se han realizado estudios específicos de este deterioro, pero está ampliamente aceptado dentro de la comunidad científica, ya que mediante la toma de muestras en algunas de las obras afectadas por la decoloración se ha podido establecer una conexión directa de la presencia de este inestable pigmento con el deterioro que sufren (fig. 54 y 55.).

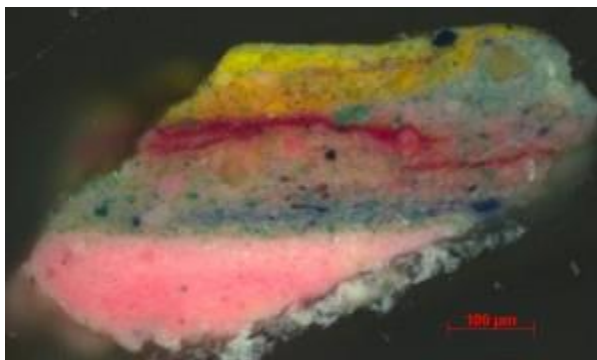


Fig. 54. Corte transversal de una muestra de pintura de "EL Jardín de Daubigny" La planta (la capa de pintura de color rosa en la parte inferior) se compone de una mezcla de blanco de plomo y eosina.⁹⁸

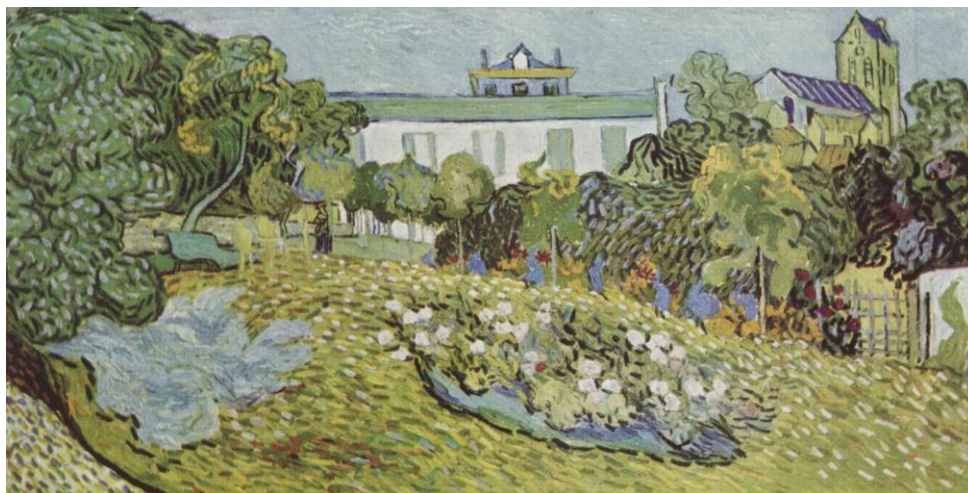


Fig. 55. VAN GOGH, Vincent. *El jardín de Daubigny* (1887). Museo de Arte de Basilea.

⁹⁸ HENDRIKS, E. (2010) "The original Surface" from Van Gogh Museum's blog

POSIBLES MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

Los pintores del siglo XIX emplearon una amplia gama de materiales, nueva y carentes del uso tradicional: “La necesidad de tratamientos de conservación y restauración muestra claramente las consecuencias de esta elección de materiales, y también resultan evidentes las consecuencias que trae el hecho de superponer elementos incompatibles entre sí y que presentan diferentes comportamientos” (SCICOLONE, G. C., 1993, p. 23).

Según lo que se ha visto en el desarrollo de este trabajo, lo que afecta a la obra de Van Gogh son las reacciones químicas de diferentes pigmentos, producidas por diversos agentes externos de deterioro (como el dióxido de carbono o las radiaciones de luz ultravioleta).

Con lo cual, para la conservación de las pinturas es necesario que se encuentren en unas condiciones de luz, humedad y temperatura óptimas.

Sin embargo, luz ya está controlada y filtrada en los museos. Las pinturas están en un lugar controlado ambientalmente tanto en cuestión de la luz como en la temperatura la cual se mantiene baja, ya que un incremento de esta aumenta también la velocidad de reacción de los componentes de las obras.

Hay que añadir también, en relación al tema de la luz en los museos, que uno de los últimos estudios reveló que la luz LED también podría estar afectando al deterioro de los pigmentos, con lo cual la iluminación de las salas del Museo Van Gogh de Ámsterdam ha sido atenuada⁹⁹. Se podría decir con esto, que los niveles de luz y temperatura están en la medida de lo posible controlados.

⁹⁹ MONICO, L., JANSSENS, K., MILIANI, C., GIOVANNI, B., VAGNINI, M., VANMEERT, F., FALKENBERG, G., ABAKUMOV, A., LU, Y., TIAN, H., VERBEECK, J., RADEPONT, M., COTTE, M., HENDRIKS, E., GELDOF, M., VAN DER LOEFF, L., SALVANT, J. AND MENU, M. (2013) Degradation Process of Lead Chromate in Paintings by Vincent van Gogh Studied by Means of Spectromicroscopic Methods. 3. Synthesis, Characterization, and Detection of Different Crystal Forms of the Chrome Yellow Pigment.

Pero, ¿qué pasa con las obras que ya han sufrido un cambio cromático?

Los científicos encargados de las investigaciones anteriores están trabajando no solo en retrasar el proceso de degradación, sino además en la posibilidad de revertir esta degradación. Sin embargo esto implicaría un cambio en las composiciones químicas de los elementos degradados, así que por ahora sólo queda mantenerse a la espera y mantener las obras de Van Gogh en las condiciones óptimas hasta el resultado de los estudios, confiando en que la degradación no vaya a peor (fig. 56.).



Fig. 56. Ella Hendriks, conservadora-restauradora del Museo Van Gogh interviniendo *“El dormitorio en Arlés”* (1888)

Para finalizar, añadir a modo de conclusión, las palabras de Sciocole “La restauración no devuelve jamás la obra a las condiciones anteriores a la degradación, no le restituye su belleza y su integridad original, simplemente interviene sobre las modificaciones negativas (estéticas o conservativas) para limitar su entidad o sus efectos secundarios. Solo un correcto mantenimiento puede prevenir adecuadamente” (1993, p.21).

CONCLUSIONES

La realización de este trabajo final de grado ha tenido como finalidad el cumplimiento de los objetivos propuestos, así como la revisión y la recopilación de información de un tema poco frecuente y, que además, carece de mucha bibliografía: los cambios cromáticos producidos en las obras de arte, concretamente las de Vincent Van Gogh, debido a la composición química de los materiales que las componen y factores externos como la luz y el dióxido de carbono.

El estudio de las fuentes citadas a lo largo del trabajo sobre el desarrollo de la fabricación de nuevos materiales artísticos, es un tema capital para entender cómo se instauraron y evolucionaron nuevos pigmentos que son químicamente inestables o se encuentran adulterados con sustancias que los hacen presentar esta inestabilidad.

Se ha tratado pues, de ir más allá de lo que se puede percibir a simple vista en el deterioro de una pintura, profundizando en los diferentes elementos que la conforman materialmente.

La investigación y el estudio científico han sido de vital importancia para entender los diferentes procesos que se dan en los cambios cromáticos de las obras, demostrando que la relación ciencia-arte es esencial en el ámbito de la restauración y conservación de bienes culturales.

Así pues, por un lado, se ha expuesto, de la manera más clara y sistemática posible, el desarrollo de la pintura industrial, que abarca desde el descubrimiento de nuevos materiales destinados al uso artístico a la sustitución de pigmentos tradicionales por otros de nueva fabricación; y por otro lado, también se ha tratado de analizar con el máximo rigor y exhaustividad científica, las distintas alteraciones cromáticas que se producen, como consecuencia de la utilización de materiales inestables y la acción de unos ciertos agentes de deterioros como pueden ser la luz o el aire, en la obra de Vincent Van Gogh.

Se han interpretado los datos publicados que pudieran aportar, aclarar o ayudar muchos de los aspectos que han sido valorados y estudiados con este trabajo, pretendiendo unificar y definir planteamientos, criterios, pautas e ideas analizadas.

Todo lo expuesto es primordial y básico para entender correctamente los factores que contribuyen al cambio cromático de una obra de arte. Sin un profundo conocimiento de todos estos datos, es casi imposible acometer una buena valoración y estudio de los deterioros de una pintura, lo que permite también llevar a cabo intervenciones de conservación y restauración de una forma certera y con calidad.

Por lo tanto, este trabajo final de grado, es un comienzo de lo que podría ser más adelante una investigación de postgrado. Ayuda a aportar los conocimientos necesarios para identificar y comprender, a la hora de estudiar los deterioros de una obra de arte, los aspectos técnicos de un cuadro, es decir, los materiales que lo componen.

BIBLIOGRAFÍA

BONTCÉ, J. (1980) *“Técnicas y secretos de la pintura”* L.E.DA.

CALLEN, A. (1996) *Técnicas de los impresionistas*. Tursen/Hermann Blume ediciones.

DDAA (2004). *Historia del Arte Espasa*. Barcelona, Espasa-Calpe.

DENVIR, BERNARD. (2001) *El postimpresionismo*. DESTINO.

DOERNER, M. (2005). *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Barcelona, Ed. Reverte S.A.

FRANK, HERBER. *Van Gogh*. Barcelona, Salvat Editors.

FEIST, P. H. (2013) *Impresionismo: 1860-1920*. Taschen.

HUGHES, R. (1990). *Nothing If Not Critical*. Londres, The Harvill Press.

HUGHES, R. (2002). *“Introducción”*. *The Portable Van Gogh*. Nueva York: Universe.

HULSKER, J. (1990). *Vincent and Theo van Gogh; A dual biography*. Ann Arbor: Fuller Publications.

LHOTE, P. (1999) *Recherches sur la technique pictural de Vincent van Gogh*, Berna, Peter Lang.

LECALDANO, Pa. (1976). *La obra pictórica completa de Van Gogh*. Vol. 1. Noguer, ed.

LEPROHON, P. (2004). *Vincent van Gogh*. Madrid: Folio.

LÓPEZ BLÁZQUEZ, Ma., REBULL TRUDELL, M. (1995). *Van Gogh 1853-1890*. Madrid, Globus.

MATTEINI, M., MOLES, A. (1984) *“Ciencia y restauración”*. NEREA

MATTEINI, M., MOLES, A., (2001). *La química en la restauración*. NEREA.

- MATHEY, F. (1957). *Van Gogh: Auvers-sur-Oise*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili.
- MONNERET, S. (1991). *L'Impressionnisme et son époque. Volum II*. París, Robert Laffont.
- NAIFEH, S., White Smith, G. (2012). *Van Gogh: La vida*. Madrid: Santillana Ediciones Generales.
- POMERANS, A. (1997). *The Letters of Vincent van Gogh* Londres: Penguin Books.
- PRECKLER, A M. (2003) *Historia del arte universal de los siglos XIX y XX, Volumen 1*. Madrid: Editorial Complutense.
- REWALD, J. (1986). *Studies in Post-Impressionism, The Posthumous Fate of Vincent van Gogh 1890–1970*. Harry N. Abrams.
- SCICOLONE, G. C. (1993) *Restauración de la pintura contemporánea*. NEREA.
- TARABRA, D. (2008) *Saber ver los estilos del arte*. Electa.
- TESTORI, G. y ARRIGONI, L. (1990) *Van Gogh. Catálogo completo*, Florencia, Cantini.
- THOMSON, B. (2007). *La pintura de Van Gogh*. Editorial Blume.
- TRALBAUT, M. (1981). *Vincent van Gogh, le mal aimé*. Alpine Fine Art. Collections Londres: Macmillan.
- VAN GOGH, V. (1992). *Cartas a Théo*. Barcelona, Editorial Labor.
- VAN UITER, E. VAN TILBORGH, L., (1990) *Vincent Van Gogh*. Julio Otero Editor.
- VILLARQUIDE, A., (2004) *La pintura sobre tela I*. NEREA.
- VILLARQUIDE, A., (2005) *La pintura sobre tela II*. NEREA.
- VALERO MUÑOZ, A. (2013) *Principios de color y holopintura*. E.C.U.
- WALTHER, I. (2000). *Vincent van Gogh 1853-1890*. Germany, Taschen.

ARTICULOS DE REVISTAS:

ABAD, I., LIVI, K., NIETO, F. (2001). *ESPECTROSCOPIA DE PÉRDIDA DE ENERGÍA DE ELECTRONES (EELS): FUNDAMENTOS Y APLICACIONES EN FILOSILICATOS. Nuevas tendencias en el estudio de las arcillas. Sociedad Española de arcillas*. Recuperado desde <http://digital.csic.es/bitstream/10261/32825/3/SEA002.pdf>

BALL, F. (2001) “*THE MAKING OF CÉZANNE'S PALETTE*” *Helix magazine*. 5 (2). Recuperado desde http://www.philipball.co.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=64:the-making-of-cezannes-palette&catid=16:colour&Itemid=18

BROWN, A. (2011) “*Van Gogh's darkening legacy The brilliant yellows of van Gogh's paintings are turning a nasty Brown*”. *Science in School* . Issue 19 : Summer 2011. Recuperado desde http://www.scienceinschool.org/sites/default/files/teaserPdf/issue19_vangogh.pdf

CARLYLE, L. (1993) “Authenticity and adulteration: what materials were 19th-century artists really using?”. *The Conservator*. Nº.17. Recuperado desde <http://www.tate.org.uk/research/publications/tate-papers/no-2/the-materials-used-by-british-oil-painters-in-the-nineteenth-century>

FREDERIK VANMEERT, F. VAN DER SNICKT., G and JANSSENS, K. (2015) Plumbonacrite Identified by X-ray Powder Diffraction Tomography as a Missing Link during Degradation of Red Lead in a Van Gogh Painting. *Angewandte Chemie*. 127(12). Recuperado desde <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ange.201411691/abstract>

GÓMEZ BARRERA, A. (2011). Jerarquía social y prácticas cotidianas de Francia a final del siglo XIX, vista a través de las pinturas de Vincent Van Gogh. (*Pensamiento*), (palabra) y obra, 6(6). Recuperado desde <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3801080>

HANSON, Jayna (2008). A Finding Aid to the John Goffe Rand Papers, circa 1832-1960, bulk 1832-1873, in the Archives of American Art. *Archives of American Art*. Recuperado de <http://www.aaa.si.edu/collections/john-goffe-rand-papers-6737/more#inventory>

HURT. P. (2007) Revolution in Paint. A supplement to the exhibition. Museum of Art. North Carolina. Recuperado desde <http://ncartmuseum.org/pdf/revolution-supplement.pdf>

MONICO, L., JANSSENS, K., MILIANI, C., VAN DER SNICKT, G., GIOVANNI, B., CESTELLI, M., RADEPONT, M., COTTE, M. (2014) Degradation Process of Lead Chromate in Paintings by Vincent van Gogh Studied by Means of Spectromicroscopic Methods. 4. Artificial Aging of Model Samples of Co-Precipitates of Lead Chromate and Lead Sulfate. *Analytical Chemistry*. 85(2). Recuperado desde http://www.vangogh.ua.ac.be/PbCrO4_Part4.pdf

MONICO, L., JANSSENS, K., MILIANI, C., GIOVANNI, B., VAGNINI, M., VANMEERT, F., FALKENBERG, G., ABAKUMOV, A., LU, Y., TIAN, H., VERBEECK, J., RADEPONT, M., COTTE, M., HENDRIKS, E., GELDOF, M., VAN DER LOEFF, L., SALVANT, J., and MENU, M. (2013) Degradation Process of Lead Chromate in Paintings by Vincent van Gogh Studied by Means of Spectromicroscopic Methods. 3. Synthesis, Characterization, and Detection of Different Crystal Forms of the Chrome Yellow Pigment. *Analytical Chemistry*. 85(2). Recuperado desde <http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/ac302158b>

MONICO, L., VAN DER SNICKT, G., JANSSENS, K., DE NOLF, W., MILIANI, C., VERBEECK, J., HAIYAN TAN, H., DIK, J., RADEPONT, M., and COTTE M. (2011) "Degradation Process of Lead Chromate in Paintings by Vincent van Gogh Studied by Means of Synchrotron X-ray Spectromicroscopy and Related Methods. 1. Artificially Aged Model Samples" *Analytical Chemistry*. 83 (4). Recuperado desde <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac102424h>

MONICO, L., VAN DER SNICKT, G., JANSSENS, K., DE NOLF, W., MILIANI, C., DIK, J., RADEPONT, M., HENDRIKS, E., GELDOF, M., and GELDOF, M. (2011) *Degradation Process of Lead Chromate in Paintings by Vincent van Gogh Studied by Means of Synchrotron X-ray Spectromicroscopy and Related Methods. 2. Original Paint Layer Samples. Analytical Chemistry*. 83 (4). Recuperado desde <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac1025122>

ROQUE, G. (1997). *Van Gogh, teórico del color*. Centre National de la Recherche Scientifique, Unam. 20(70) Recuperado desde http://www.analesiie.unam.mx/abs/abs70_77-96.html

VAN DER SNICKT, G., JANSSENS, K., DIK, J., DE NOLF, W., VANMEERT, F., JAROSZEWICZ, J., COTTE, M., FALKENBERG, G and VAN DER LOEFF, L. (2012). Combined use of Synchrotron Radiation Based Micro-X-ray Fluorescence, Micro-X-ray Diffraction, Micro-X-ray Absorption Near-Edge, and Micro-Fourier Transform Infrared Spectroscopies for Revealing an Alternative Degradation Pathway of the Pigment Cadmium Yellow in a Painting by Van Gogh” *Analytical Chemistry*. 83 (23). Recuperado desde <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac3015627>

TRABAJO ACADÉMICOS:

FERNANDEZ LÓPEZ, M. (2009). *Ferritinas naturales y sintéticas. Implicaciones nanobiomédicas*. Tesis doctoral. Departamento química orgánica de la Universidad de Granada. UGR.

PÉREZ PUEYO, R. (2005) .Procesado y Optimización de Espectros Raman mediante Técnicas de Lógica Difusa: Aplicación a la identificación de Materiales Pictóricos. Cap 1. Fundamentos de Espectroscopia Raman. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.

RODÉS SARRABLO, T. (2012). *El soporte de tela en la Pintura Europea de los siglos XVI, XVII y XVIII*. Trabajo fin de grado.

WEBGRAFÍA:

<http://www.museothyssen.org/> [Consulta: 23-7-2015]

<http://slaapkamergeheimen.vangoghmuseum.nl/> [Consulta: 27-8-2015]

<http://www.vangoghletters.org/vg/> [Consulta: 27-8-2015]

<http://www.vggallery.com/> [Consulta: 28-7-2015]

<http://www.vangoghsstudiopractice.com/> [Consulta: 5-8-2015]

<http://www.vangoghmuseum.nl/> [Consulta: 23-7-2015]

<http://www.vangogh.ua.ac.be/> [Consulta: 16-6-2015]

RECURSOS AUDIOVISUALES

DOOSE. S. (2011) *Van Gogh Restoration* [Vídeo]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=nJFlpMrYONw>

Ed. Planeta Grandes Publicaciones (2015) *Vincent van Gogh: La mirada de Vincent*. [Vídeo] Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=u8KgccR5ByI>

ALTMAN. R. (1990) *Vincent y Theo*. [Película]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=zIFFoG74k4k>

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. <i>Amapolas en Argenteuil</i> . Monet, Claude	2
Figura 2. <i>Bar del Folies-Bergère</i> . Manet, Edouard	3
Figura 3. <i>Círculo cromático</i> . Chevreul.....	4
Figura 4. <i>Estación de ferrocarril de Orsay, París</i>	5
Figura 5. <i>Estación de Saint Lazare</i> . Monet, Claude	5
Figura 6. <i>Impresión, solnaciente</i> . Monet, Claude	7
Figura 7. <i>Torso de mujer al sol</i> . Renoir, Pierre-Auguste	9
Figura 8. <i>Tarde de domingo en la isla de la Grande Jatte</i> . Seurat, Georges.....	11
Figura 9. <i>Campo de trigo con cipreses</i> . Van Gogh, Vincent	13
Figura 10. <i>Simulación de una paleta tradicional de 1800</i>	15
Figura 11. <i>Simulación de una paleta impresionista de 1870</i>	16
Figura 12. <i>La paleta del artista con paisaje</i> . Pissarro, Camille.	18
Figura 13. <i>Detalle de “La noche estrellada”</i>	19
Figura 14. <i>Vejiga para contener pintura del siglo XIX</i>	20
Figura 15. <i>Tubo de óleo de mediados del siglo XIX</i>	21
Figura 16. <i>Claude Monet con su esposa en su estudio flotante</i> . Manet, Edouard.	22
Figura 17. <i>Familia Van Gogh</i>	23
Figura 18. <i>El sembrador</i> . Van Gogh, Vincent.	25
Figura 19. <i>Dolor</i> . Van Gogh, Vincent.	26
Figura 20. <i>Los comedores de patatas</i> . Van Gogh, Vincent.....	28
Figura 21. <i>Retrato de Père Tanguy</i> . Van Gogh, Vincent.....	29
Figura 22. <i>La Casa Amarilla</i> . Van Gogh, Vincent	30
Figura 23. <i>Los girasoles</i> . Van Gogh, Vincent.....	31
Figura 24. <i>El dormitorio de Arlés</i> . Van Gogh, Vincent.....	32
Figura 25. <i>Autorretratos con oreja vendada</i> . Van Gogh, Vincent	33

Figura 26. <i>La noche estrellada</i> . Van Gogh, Vincent.....	34
Figura 27. <i>El Doctor Paul Gachet</i> . Van Gogh, Vincent.	35
Figura 28. La iglesia de Auvers-Sur-Oise. Van Gogh, Vincent.....	36
Figura 29. <i>Campo de trigo con cuervos</i> . Van Gogh, Vincent.	37
Figura 30. <i>Van Gogh en su lecho de muerte</i> . Gachet, Paul.....	38
Figura 31. Tumbas de Vincent y Theo Van Gogh	38
Figura 32. Reverso del lienzo “ <i>El Dormitorio de Arlés</i> ”	39
Figura 33. Lista de ventas de lienzos imprimados de la firma <i>Burgués Aîné</i>	40
Figura 34. <i>Van Gogh pintando girasoles</i> . Gauguin, Paul.....	41
Figura 35. Detalle de una radiografía de una pintura de Van Gogh	42
Figura 36. <i>El jardín del hospital de San Pablo</i> . Van Gogh, Vincent.....	44
Figura 37. Detalle de “ <i>El jardín del hospital de San Pablo</i> ”	44
Figura 38. <i>Orilla del Sena</i> . Van Gogh, Vincent.	63
Figura 39. <i>Flores en un florero azul</i> . Van Gogh, Vincent.....	65
Figura 40. <i>Gavilla de trigo con cielo nublado</i> . Van Gogh, Vincent	67
Figura 41. <i>El dormitorio de Arlés</i> . Van Gogh, Vincent.....	68
Figura 42. <i>Vista de Arles con lirios</i> . Van Gogh, Vincent	70
Figura 43. <i>Orilla del Sena</i> . Van Gogh, Vincent	71
Figura 44. Reacción oxidación-reducción	72
Figura 45. Reacción oxidación-reducción	72
Figura 46. Reacción de oxidación- reducción	74
Figura 47. <i>Flores en un forero azul</i> . Van Gogh, Vincent.....	75
Figura 48. Detalle de deterioro en “ <i>Flores en un florero azul</i> ”	76
Figura 49. Micromuestra de “ <i>Flores en un florero azul</i> ”	76
Figura 50. Elementos que deterioran “ <i>Flores en un florero azul</i> ”	77
Figura 51. Micromuestra de “ <i>Gavilla de trigo con cielo nublado</i> ”	78
Figura 52. Micromuestra de “ <i>Gavilla de trigo con cielo nublado</i> ”	79

Figura 53. Rejuvenecimiento digital de “El dormitorio de Arlés”	80
Figura 54. Corte transversal de una muestra de” El jardín de Daubigny”	81
Figura 55. <i>El jardín de Daubigny</i> . Van Gogh, Vincent.	81
Figura 56. Restauración de “El dormitorio en Arlés”	83

ANEXO

ESQUEMA DE LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS UTILIZADAS

Fluorescencia de rayos X¹⁰⁰

FLUORESCENCIA DE RAYOS X (XRF) FLUORESCENCIA NO DISPERSIVA DE RAYOS	
Tipo de estudios realizables	Análisis elemental cualitativo y cuantitativo de compuestos inorgánicos (metales y aleaciones, materiales cerámicos, pigmentos, productos de corrosión, etc.)
Sensibilidad y precisión	Elevada selectividad en la determinación cualitativa de un elemento en mezcla (hasta de pocas p.p.m.). Menos preciso y más laborioso en los análisis cuantitativos.
Objeto del estudio	Muestra representativa con superficie de algunos cm ² o menos (XRF). Directamente una pequeña superficie de la obra sin toma de muestra (fluorescencia no dispersiva de rayos X)
Principio básico	<p>Excitación con rayos X primarios producidos por un tubo catódico (XRF) o con fuentes radioactivas (fluorescencia no dispersiva de rayos X) de fluorescencia X secundaria por parte de los átomos de los elementos que constituyen la muestra.</p> <p>La longitud de onda y la intensidad de la radiación de fluorescencia son proporcionales a la identidad y a la concentración del elemento que las han provocado</p>

¹⁰⁰ MATTEINI, M., MOLES, A. (1984) "Ciencia y restauración". NEREA. Pág. 138

Difracción de rayos X¹⁰¹

DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX o XRD)	
Tipo de estudios realizables	Análisis cualitativo y cristalográfico de todos los sólidos cristalinos (pigmentos, sales contaminantes, productos de corrosión, materiales pétreos en general, aleaciones metálicas, materiales cerámicos, vítreos, etc.). Análisis semicuantitativos de los mismos minerales. El análisis se efectúa mediante la comparación de patrones de difracción recopilados de una muestra desconocida con los patrones de difracción de compuestos conocidos.
Sensibilidad y precisión	Análisis realizables sobre una cantidad mínima o, según la técnica de registro que se emplee, sobre cantidades del orden de las decenas de miligramo.
Objeto del estudio	Muestra representativa tomada de la obra
Principio básico	Correlación entre el espectro de la difracción X provocada por los planos cristalinos de las sustancias y la naturaleza químico- cristalográfica de la sustancia.

¹⁰¹ MATTEINI, M., MOLES, A. (1984) *"Ciencia y restauración"*. NEREA. Pág. 131

Espectroscopía de absorción de rayos X en el borde cercano¹⁰²

ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN DE RAYOS X EN EL BORDE CERCANO (XANES)	
Tipo de estudios realizables	Permite principalmente el estudio de los estados de oxidación de los diferentes elementos aunque no tiene gran utilidad para abarcar estudios estructurales. Es muy utilizado para la caracterización de los estados de oxidación de los metales de transición
Sensibilidad y precisión	Técnica bastante exacta, pero únicamente aporta información sobre el estado oxidación de elementos.
Objeto del estudio	Análisis realizables sobre una cantidad mínima o, según la técnica de registro que se emplee, sobre cantidades del orden de las decenas de miligramo.
Principio básico	<p>Se basa en la física de absorción de rayos X mediante la radiación de sincrotrón.</p> <p>La producción de haces de rayos X en un sincrotrón comienza con una aceleración de electrones que provocan una energía muy alta antes de ser inyectados en un anillo de almacenamiento en el que circulan en el vacío casi a la velocidad de la luz. Los campos magnéticos fuertes hacen que los electrones cambien de dirección, dando como resultado la emisión de los haces de rayos X, que se dirigen hacia las estaciones experimentales que rodean el anillo de almacenamiento.</p>

¹⁰² FERNANDEZ LÓPEZ, M^a BELÉN (2009) *"Ferritinas naturales y sintéticas. Implicaciones nanobiomédicas"* Tesis doctoral. Departamento química orgánica de la Universidad de Granada. Pág. 81

Espectroscopia RAMAN¹⁰³

ESPECTROSCOPIA RAMAN	
Tipo de estudios realizables	<p>Análisis cualitativos de compuestos orgánicos e inorgánicos en cualquier estado: sólido, líquido o gaseoso</p> <p>La espectroscopía Raman permite conocer la composición molecular de los pigmentos que aparecen en una obra, caracterizándolos a partir de la posición frecuencial de las bandas espectrales. El conjunto de estas bandas es único para cada material, y por ello, permite la identificación unívoca del mismo.</p>
Sensibilidad y precisión	Tiene una alta precisión en la identificación de materiales. Sin embargo está sujeta a la aparición de “ruido” en los resultados que puede entorpecer la interpretación de los datos
Objeto del estudio	Superficie del material a analizar. El análisis es realizable directamente sobre una pequeña superficie de la obra sin toma de muestra.
Principio básico	El análisis mediante espectroscopía Raman se basa en el examen de la luz dispersada por un material al incidir sobre él un haz de luz monocromático. Una pequeña porción de la luz es dispersada inelásticamente experimentando ligeros cambios de frecuencia que son característicos del material analizado e independientes de la frecuencia de la luz incidente.

¹⁰³ PÉREZ PUEYO, ROSANNA. (2005) “Procesado y Optimización de Espectros Raman mediante Técnicas de Lógica Difusa: Aplicación a la identificación de Materiales Pictóricos” Cap 1. Fundamentos de Espectroscopia Raman. Pág. 10-11

EELS (Electron Energy-Loss Spectroscopy)¹⁰⁴

ESPECTROSCOPÍA ELECTRÓNICA DE PÉRDIDAS DE ENERGÍAS (EELS)	
Tipo de estudios realizables	Determinación de características cristaloquímicas: estado de oxidación, número de coordinación, valencia, ángulos de enlace, posición de simetría, etc; además, es una herramienta útil para el microanálisis elemental a escala nanométrica y para investigaciones relacionadas con la estructura electrónica de materiales.
Sensibilidad y precisión	<p>Su resolución es próxima a la de la escala atómica (~ 0.2 nm) y es aplicable a los elementos ligeros y líneas no detectadas en los estudios de absorción de rayos X.</p> <p>La posibilidad para el EELS de detectar rasgos composicionales y estructurales a escala atómica nos ofrece la posibilidad de alcanzar una descripción más completa de la cristaloquímica</p>
Objeto del estudio	Se trata de una técnica confinada a muestras relativamente delgadas, y es mejor para elementos ligeros
Principio básico	<p>Se basa en el movimiento vibracional de átomos y moléculas en la superficie, mediante el análisis del espectro de energía de electrones de baja energía que son esparcidos desde dicha superficie.</p> <p>Es la primera técnica espectroscópica vibracional con posibilidades de barrer de una sola vez y con rapidez la región del IR.</p>

¹⁰⁴ ABAD, I., LIVI, K., NIETO, F. (2001) "ESPECTROSCOPIA DE PÉRDIDA DE ENERGÍA DE ELECTRONES (EELS): FUNDAMENTOS Y APLICACIONES EN FILOSILICATOS" Nuevas tendencias en el estudio de las arcillas. Pág. 14-18

Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR)¹⁰⁵

ESPECTROMETRÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	
Tipo de estudios realizables	Análisis cualitativos y semicuantitativos de casi todas las sustancias en todos los estados de agregación (barnices, adhesivos, aglutinantes, pigmentos y otros materiales de restauración)
Sensibilidad y precisión	Técnica muy sensible, pero imprecisa en análisis cuantitativos.
Objeto del estudio	Muestra representativa tomada de la obra, de dimensiones moderadamente pequeñas.
Principio básico	Correlación entre el espectro de absorción selectiva de las radiaciones infrarrojas por parte de los electrones de enlace de las sustancias y la identificación química de la propia muestra

¹⁰⁵ MATTEINI, MAURO. MOLES, ARCANGELO (1984) *“Ciencia y restauración”*. NEREA. Pág. 109.

Cámara de envejecimiento acelerado¹⁰⁶

METODOS DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL	
Tipo de estudios realizables	Estudio del comportamiento en el tiempo de un material de restauración o de un procedimiento de intervención respecto a las variaciones inducidas por parámetros ambientales
Objeto del estudio	Muestras del material a utilizar
Principio básico	Variaciones a frecuencias aceleradas y a valores límite de parámetros como temperatura, humedad, lluvia, contaminantes, radiaciones ultravioletas, etc., provocadas en cámaras adecuadas que contienen el material a estudiar.

Tomografía de difracción de rayos X¹⁰⁷:

TOMOGRAFÍA DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X
<p>Permite el estudio de estructuras en 3 dimensiones. La tomografía de difracción de rayos X (XRPD) puede ser utilizada para identificar, visualizar y hasta cierto punto cuantificar diferentes componentes cristalinos presentes en el ámbito artístico</p> <p>Con la tomografía XRPD, la distribución interna de los componentes cristalinos presentes en las muestras puede ser visualizado sin realizar una sección transversal del material investigado. Aunque las capacidades de esta técnica se han demostrado en materiales complejos, apenas se ha en muestras relacionadas con el patrimonio cultural.</p>

¹⁰⁶ MATTEINI, MAURO. MOLES, ARCANGELO (1984) *"Ciencia y restauración"*. NEREA. Pág. 256

¹⁰⁷ Frederik Vanmeert, Geert Van der Snickt, and Koen Janssens (2014) *"Pigment Discoloration. Plumbonacrite Identified by X-ray Powder Diffraction Tomography as a Missing Link during Degradation of Red Lead in a Van Gogh Painting"*