

## Our Fragile Moment: how lessons from the Earth's past can help us survive the climate crisis (Nuestro frágil momento: como las lecciones del pasado de la Tierra pueden ayudarnos a sobrevivir la crisis climática)

**MICHAEL MANN, 2023**

EDITORIAL: SCRIBE UK, MELBOURNE, LONDRES, 306 PÁGINAS, PRECIO: 19,85 €, ISBN-10: 1915590515, ISBN-13: 978-1915590510

Como ya hemos comentado en una anterior reseña del mismo autor, Michael E. Mann es un climatólogo, y actualmente profesor asociado en la Universidad Estatal de Pensilvania, especializado en reconstrucciones del paleoclima de los dos últimos milenios y que adquirió mucha notoriedad mediática por el controvertido gráfico del “palo de hockey” que se publicó en 2001 en el tercer informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Mann es un científico muy activo en comunicar y divulgar su campo de investigación, en particular ha desarrollado un especial interés por conocer los mecanismos de comunicación de los que se valen ciertos sectores, gobiernos, grupos de intereses e individuos para neutralizar las conclusiones e informaciones relativas al cambio climático – incluyendo su comprensión, sus causas y las formas de luchar contra él– procedentes de la ciencia. En este libro, sin embargo, el autor se centra en paleoclimatología y nos muestra como en los últimos cientos de millones de años la Tierra ha experimentado grandes cambios climáticos –siendo fría como una bola de nieve, cálida como un trópico, húmeda como una selva tropical y seca como un desierto– que nos permitirán aprender y buscar análogos que nos sirvan para afrontar el incierto clima que nos depara el futuro.

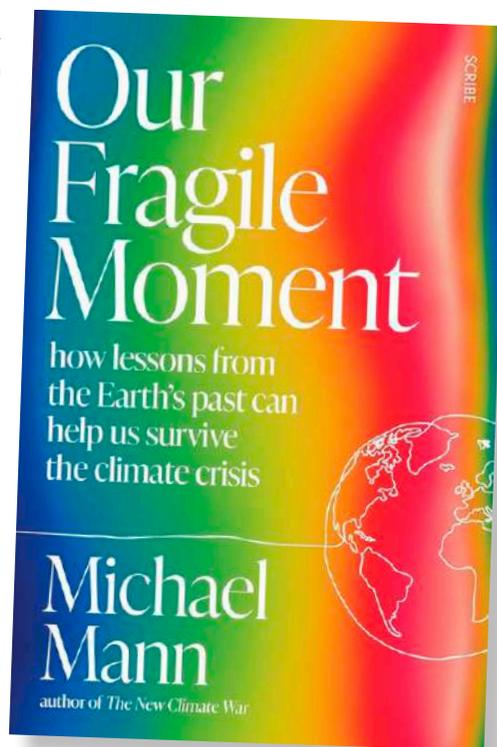
El libro empieza desde la formación de la Tierra 4500 Ma (hace 4500 millones de años) con un Sol joven y muy débil y la paradoja que describe la aparente contradicción entre las observaciones que muestran agua líquida en la historia temprana de la Tierra y las estimaciones astrofísicas que apuntan a que el Sol brillaba solo al 70 % de su intensidad actual durante esa época. Esta debilidad inicial de la radiación solar y su aumento paulatino con el tiempo se vio compensada por un efecto invernadero cambiante que permitió unos rangos de temperaturas favorables. La Tierra también experimentó a lo largo de su evolución glaciaciones generalizadas o superglaciaciones durante las cuales la totalidad de los continentes y océanos de la Tierra quedaron cubiertos por una gruesa capa de hielo con

temperaturas muy por debajo de los 0 °C. Con esta situación la Tierra surcaría entonces el espacio como una gran bola blanca de hielo, de ahí su evocador nombre de Tierra bola de nieve. Mann discute ampliamente, tanto estos casos extremos como otros que se dieron en eras subsiguientes, el esencial papel de las retroalimentaciones, que han sido determinantes en establecer la temperatura de la Tierra, y su resiliencia a los cambios.

volcánicas (denominadas *traps* o escaleras) que forman una gran provincia ígnea en Siberia, Rusia.

Nos describe el autor en uno de los capítulos la quinta (y última por ahora) gran extinción que tuvo lugar aproximadamente 66 Ma y que marca la transición entre los periodos cretácico y paleógeno (K-Pg). Se caracteriza esta transición por estratos con una alta concentración de iridio, metal que se encuentra en concentraciones muy bajas en la corteza terrestre y relativamente altas en los asteroides extraplanetarios. Esta característica que marca la transición K-Pg llevó al físico y premio Nobel Luis Álvarez y a su hijo el geólogo Walter Álvarez a proponer en 1980 la hipótesis –conocida como hipótesis Álvarez– del impacto de un asteroide como causa más probable de esta extinción que entre otras especies terminó con los dinosaurios terrestres. La teoría necesitó un tiempo para aceptarse ampliamente en la comunidad geológica, incluso después de que se identificase diez años después el lugar del impacto del meteorito –denominado Chicxulub– en la costa de Yucatán, México. La energía estimada asociada al impacto del meteorito, que produjo un cráter de aproximadamente 100 millas, se ha comparado con una horquilla de entre 100 y 10 000 millones de bombas como la de Hiroshima. El impacto del meteorito lanzó a su vez a la atmósfera una carga de polvo, hollín y otros materiales que habría permanecido en ella durante años produciendo una situación similar a la descrita como un invierno nuclear asociado a un conflicto nuclear generalizado. Como en todas las extinciones masivas, el autor nos recuerda que, como consecuencia del impacto del Chicxulub, hubo ganadores y perdedores, siendo los dinosaurios terrestres los perdedores del nicho ecológico que poblaban, mientras que los pequeños mamíferos resultaron ser los ganadores y que eventualmente evolucionarían hasta la amplia variedad de mamíferos de la cual descendemos.

Mann dedica otro capítulo al denominado Máximo Térmico del Paleoceno-Eoceno (PETM,



Analiza con bastante detalle la extinción masiva del Pérmico-Triásico (PT), llamada también de manera informal la Gran Mortandad, que tuvo lugar aproximadamente 250 Ma y que es considerada como la mayor extinción ocurrida en la historia de la Tierra. Este evento posee algunos elementos de analogía con el actual cambio climático tal como el calentamiento y la acidificación oceánica y otros elementos diferenciales como la anoxia atmosférica y la bomba fétida global de sulfuro de hidrógeno. Al parecer, erupciones volcánicas masivas están detrás de este evento como lo atestiguan la inmensa acumulación de rocas

de sus siglas en inglés) que fue un brusco cambio climático que marcó el fin del Paleoceno y el inicio del Eoceno, 55 Ma y 10 millones de años después de la transición K-Pg. Se trata de uno de los períodos de cambio climático más significativos de la era Cenozoica, que alteró la circulación oceánica y la atmosférica, provocando la extinción de multitud de géneros de foraminíferos bentónicos, y causando grandes cambios en los mamíferos terrestres que marcaron la aparición de las actuales familias. El PETM se caracterizó, como otros episodios de calentamiento planetario rápido, por la gran cantidad de carbono en forma de gases de efecto invernadero emitido a la atmósfera en un corto periodo de tiempo. El PETM puede quizá considerarse como el mejor análogo natural del calentamiento actual causado por el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, aunque la emisión de carbono en el PETM es fundamentalmente de origen volcánico. El calentamiento que tuvo lugar en el PETM fue de aproximadamente 5 °C si bien se partía de una temperatura que era 10 °C más alta que la actual. Aunque el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> tuvo lugar en miles de años y el calentamiento principal se produjo en unos 10 000 años – lo que nos da un ritmo de aproximadamente 0.05 °C por siglo (a comparar con el calentamiento actual de 1 °C por siglo) – las temperaturas elevadas persistieron al menos unos 100 000 años. Parece que durante el PETM no hubo liberación significativa a la atmósfera de metano procedente de los clatratos localizados en el océano profundo. Este hecho constituye en sí una buena noticia, dado el nivel de calentamiento que hubo entonces, ya que nos alejaría de traspasar en el actual cambio climático el umbral de temperaturas para la tan temida “bomba de metano”.

Desde el óptimo climático del Eoceno temprano que tuvo lugar entre 53 y 50 Ma, y que fue posterior a la irrupción del PETM, hubo una tendencia general al enfriamiento, como consecuencia de una caída gradual de los niveles de dióxido de carbono atmosférico a lo largo de millones de años, debido a la tectóni-

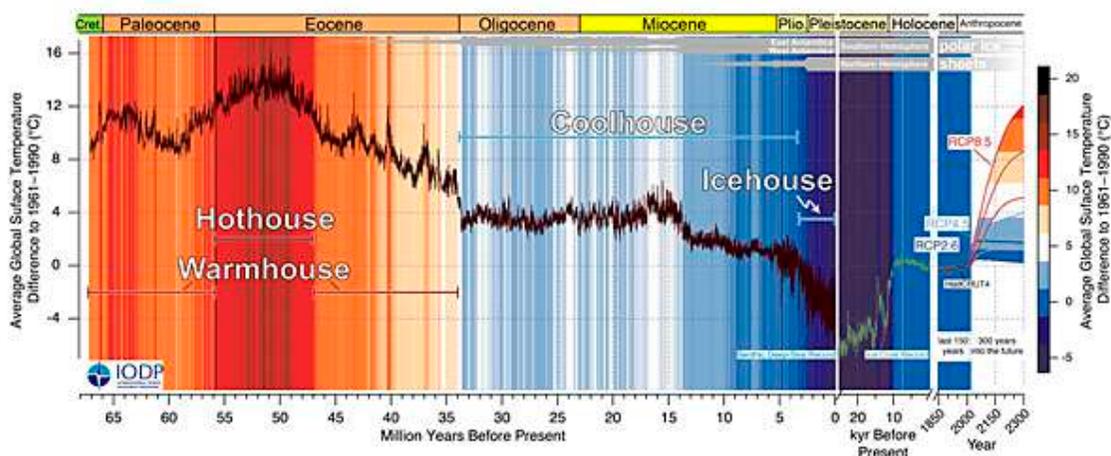
ca de placas y, especialmente, a la colisión del subcontinente indio con Eurasia. Esa colisión creó el espectacular relieve del Himalaya, un fortalecimiento de los monzones asiáticos, un aumento de las precipitaciones, una mayor erosión de las rocas de silicato y una reducción constante del dióxido de carbono atmosférico y el consiguiente enfriamiento de la Tierra. El mayor beneficiario de este paulatino enfriamiento fue el hielo, que tuvo la oportunidad de resurgir después de una pausa muy larga. Poco a poco, el planeta comenzó a parecerse más al planeta en el que vivimos hoy, proporcionando posibles analogías críticas para el clima que podríamos tener.

Se dedica un capítulo a la era glacial Cenozoica cuando aparecieron los mantos de hielo. El Plioceno medio (3 Ma) puede parecer un análogo muy adecuado a la situación actual con un nivel de CO<sub>2</sub> de unas 400 ppm similar al actual, pero con una temperatura global al menos 1 °C más cálida. Según algunos datos, el nivel del mar sería más de 30 metros más alto que el actual. Esto significa que no habría manto de hielo en Groenlandia, que no existiría la capa de hielo de la Antártida Occidental y que faltaría una parte de la capa de hielo de la Antártida Oriental. Estos hechos se citan a veces para deducir que los niveles actuales de CO<sub>2</sub>, si simplemente se mantienen donde actualmente están, nos darían un calentamiento adicional de 1 a 1.5 °C y un aumento del nivel del mar de 30 metros. Sin embargo, como las pruebas sedimentarias no tienen en cuenta efectos geológicos como el rebote isostático, el aumento real del nivel del mar podría haber sido de unos diez metros con respecto a la actualidad. Además, las comparaciones con el Plioceno medio ignoran el fenómeno físico de la histéresis. El hecho de que el manto de Groenlandia no existiera cuando los niveles de CO<sub>2</sub> se redujeron lentamente a 400 ppm en el transcurso de la reducción cenozoica de CO<sub>2</sub> no significa que el sistema climático esté condenado a alcanzar niveles similares de temperatura cuando aumenta el CO<sub>2</sub> provocado por la acción humana y existe previamente el

manto de Groenlandia. Una vez que se tiene la capa de hielo, como sucede en la actualidad con el manto de Groenlandia, este manto es resistente hasta cierto punto a fundirse, siendo las temperaturas globales más frías de lo que serían de otro modo. Es importante notar que el papel de la histéresis es fundamentalmente de amortiguación. Es concebible que un calentamiento de aproximadamente 0.5 °C sea suficiente para llevar al manto de Groenlandia a un punto de no retorno. El hecho de que ya se esté produciendo un deshielo considerable en Groenlandia es una advertencia a considerar muy seriamente.

Mann analiza en otro capítulo las proyecciones de cambio climático basadas en las simulaciones climáticas tal y como se recogen en los informes del IPCC, discutiendo las limitaciones de los modelos, los posibles puntos de inflexión (o *tipping points*), la aparición de nuevos procesos relevantes, las retroalimentaciones en el sistema climático, etc. y todo ello comparado con eventos pasados que se han discutido en profundidad en el texto y que presentan más o menos analogías con la situación climática actual.

El autor concluye respondiendo a la pregunta que planea por todo el libro. ¿Se mueve nuestro clima actual al borde de un colapso causado por una espiral de calentamiento descontrolado impulsado por el metano o, por el contrario, será nuestro clima suficientemente resiliente como para tolerar la quema continuada de combustibles fósiles con unas consecuencias mínimas? La respuesta, como lo expresó hace décadas el gran climatólogo Stephen Schneider, probablemente no será ninguna de las dos posiciones extremas. Incluso en un escenario sin cambios (*business as usual*) en el que no lleguen a aplicarse las políticas climáticas acordadas, es improbable que el calentamiento del planeta supere los 3 °C y no habrá “bombas de metano”, ni un calentamiento descontrolado. Sin embargo, con ese nivel de calentamiento, podemos esperar mucho sufrimiento, extinción de especies, pérdida de vidas, desestabilización de las infraestructuras



Tendencias pasadas y futuras de la temperatura media global que abarcan los últimos 67 millones de años (fuente: Westerhold et al. 2020, reproducido en el libro).

→ sociales, caos y conflictos. Y, como dice el autor, éste no es un mundo en el que queramos vivir y dejar a nuestros hijos y nietos. Aunque es un futuro posible, no es un futuro predestinado. Si basándonos en las medidas que ya se han tomado, descarbonizamos la maquinaria de nuestra civilización en los próximos años y dé-

cadadas, termina el autor afirmando que podríamos preservar nuestro frágil momento como indica el título del libro.

En definitiva, se trata de una apasionante excursión por la historia del clima de la Tierra prestando particular atención a los eventos pasados que permitan establecer analogías

con el actual cambio climático y contribuyan a desvelar nuestro clima futuro, de forma que se complemente con la visión de las proyecciones climáticas basada exclusivamente en las simulaciones con modelos climáticos.

ERNESTO RODRÍGUEZ CAMINO

## Los cielos retratados. Viaje a través del tiempo y el clima en la pintura

JOSÉ MIGUEL VIÑAS CRÍTICA. 2024, 304 PÁGINAS, 22,70 EUROS. ISBN: 9788491996491

Estamos ante un libro magníficamente editado por Crítica, donde no se ha descuidado ningún detalle. Hojearlo es un placer. Conviene subrayar el papel primordial que juega una edición cuidada ya que, lamentablemente, se suele descuidar y no valorar en su justa medida. El diseño de la portada y la contraportada – delicada y atractiva gama de colores fríos– le fue sugerido por la editorial al autor que lo aceptó por ser una buena elección. Se basa en un cuadro de un paisajista francés de principios del siglo XX muy influido por los impresionistas que se encuentra en el Museo Thyssen-Bornemisza de Madrid. En cuanto al título – sintético y esclarecedor – es una sutil elección porque eleva a la categoría de retrato a la pintura de los cielos (pintura de paisaje).

El autor, según puede leerse en la solapa del libro, es José Miguel Viñas (Madrid, 1969). Es físico del aire y trabaja como meteorólogo de Meteored; con una larga trayectoria como comunicador y divulgador de ciencias atmosféricas a través de medios de comunicación, y de libros, artículos, conferencias, etc. Desde hace más de 20 años es colaborador del programa de fin de semana *No es un día cualquiera*, dirigido y presentado por Pepa Fernández en Radio Nacional de España (RNE) y, desde 2020, colaborador igualmente en el programa *Agropopular* dirigido por César Lumberras en la cadena COPE. Es uno de los socios fundadores de ACOMET (Asociación de Comunicadores de Meteorología) y pertenece a la actual Junta Directiva de la Asociación Meteorológica Española (AME).

El libro, un original tratado de arte, se ha estructurado en: prefacio, introducción. 18 capítulos de títulos tan sugestivos como: “Unas pinceladas sobre las nubes”, “Las nubes de algodón, un motivo recurrente”, “Pareidolias nubosas camufladas”, “¡Hágase la luz!”, “Las atmosferas azuladas de Patinir”, “Los paisajes congelados europeos”, “Blanco sobre blanco,

la nieve en los lienzos”, “Platillos volantes en el Quattrocento”, “Los estudios de nubes de Howard y Constable”, “Cielos velazqueños en clave climática”, “Goya, retratista de cumulonimbos”, “Tormentas para enmarcar”, “Cuadros en los que sopla el viento”, “Las nieblas de Friedrich”, “Los cielos encendidos de Turner”, “Un grito en el cielo”, “La mirada a los impresionistas”, “Los grandiosos celajes norteamerica-

que esta obra establece un lugar de encuentro entre la ciencia divulgativa, asequible para un público general y el arte. En cierta forma, la frontera artificial entre las ciencias y las humanidades tiende a diluirse.

La introducción, de obligatoria lectura, es muy instructiva porque nos permite asistir al lento proceso de gestación de este libro. Mención a las incesantes visitas al Museo del Prado y al Thyssen-Bornemisza, visitas virtuales, asistencia a exposiciones temporales, ... Un hecho clave es que en 1970, Hans Neuberger, meteorólogo y profesor de la Pennsylvania State University, publicó un artículo titulado “Climate in Art” basado en la cantidad de nubes que aparecían en los cielos de cuadros pintados por distintos artistas entre 1400 y 1967.

Sucintamente, el capítulo primero –básico para la comunidad del arte y que facilitara la lectura– introduce los diez géneros básicos de nubes con una descripción de sus características. La primera clasificación de nubes se debe al farmacéutico británico Luke Howard que adaptó la clasificación taxonómica de Linneo de los seres a las nubes y que puede ser considerado como pintor puesto que dibujó y pintó acuarelas de las nubes. Viñas buscó los prototipos de nubes entre una selección de cuadros. La mayoría de las nubes que aparecen en los cuadros son del género cúmulo (Cu), hecho que no debe de resultarnos extraño porque, especialmente en épocas pasadas, los pintores salían en primavera, época de gran inestabilidad atmosférica. Curiosamente, los Cu son el tipo de nubes que dibujamos cuando somos niños. Se pasa revista a los Cu *humilis*, Cu *mediocris*, Cu *congestus* y Cb, recogidos por distintos pintores de épocas diversas como Boudin, Martin Rico, Monet, Nolde, Magritte ... Para los Cu *congestus* se seleccionó, entre otros, al pintor holandés Ruisdael, que quería representar con fidelidad las nubes. Respecto al caso de los Cu y Cb, mención al paisajista inglés John Constable (1776-1837)



nos”; epílogo, notas, lecturas recomendadas, listado de pinturas e índice de pintores. En ciertos capítulos se han introducido pequeños cuadros explicativos.

Como recogió Manuel P. Villatoro en su entrevista a Viñas (ABC, 25 de junio 2024), “los cielos retratados por los artistas pretéritos son mucho más que simples telones de fondo, son el testimonio de sus vivencias atmosféricas y el resultado de horas y horas de investigación”. Al ser la segunda afición del autor la historia del arte, se podría afirmar

que tenía la capacidad de captar el dinamismo de las nubes. Hasta 2012 estuvo colgado en el Museo Thyssen, el lienzo de gran tamaño “La esclusa”, actualmente en una colección privada. Aquellos que tuvieron la suerte de contemplarlo, no creo que olviden esa sensación de movimiento de las nubes y del agua.

Reflexionando y analizando la manera de mirar un cuadro, los espectadores avezados se detienen en el tema, la composición, la disposición de los personajes, la paleta de colores empleada, el tipo de pincelada, el soporte, la técnica, etc. En este caso, Viñas adopta un enfoque complementario porque se va a detener en la captación de los elementos atmosféricos: las nubes, el viento, la lluvia, la nieve, ..., la época del año, los periodos de la historia en el que fueron pintados: por ejemplo, la Pequeña Edad de Hielo –periodo frío que abarcó desde comienzos del siglo XIV hasta mediados del siglo XIX-, la influencia de la erupción de los volcanes (como la del Tambora), etc. Este tipo de información será de utilidad para los artistas en general.

En esos paseos por el Prado, provisto de cuaderno de notas, captó la atención del autor una piedad, fechada hacia 1458, de van der Weyden, tabla del gótico, en el que, sin embargo, las nubes son sorprendentemente realistas. Por otra parte, Viñas nos hace recapacitar en que no todos los elementos de un cuadro son creíbles, pueden obedecer a algunas licencias que se toman los pintores. Y de hecho, el pintor plasma las nubes o los fenómenos atmosféricos que ha contemplado tantas veces y que puede reproducir en cuadros de otras épocas.

Entre los muchos paisajes invernales, destaca Pieter Bruegel de Oude, llamado el Viejo (siglo XVI), que elevó el invierno a categoría pictórica. Se le considera el primer pintor occidental que se interesó por los paisajes en sí mismos, en lugar de tratarlos como meros telones de fondo de temas religiosos. Hubo un año clave, 1565, en el que el invierno fue muy crudo. Sus paisajes de ese invierno de 1565, estaban cubiertos por el hielo. La tabla más icónica es *Los cazadores en la nieve*, donde al fondo, incorpora unas montañas porque en un viaje a Italia, atravesó los Alpes. Fue muy influyente, de hecho, la imagen que tenemos de una Navidad invernal, fue así a partir de él. En *La adoración de los Reyes*, en el arte occidental, aparece la acción de la nevada.

La nieve llama la atención de los impresionistas como Camille Pissarro, por sugerencia de Claude Monet. Viñas ha documentado los análisis con datos de Météo-France. A los pocos meses estalló la guerra franco-prusiana, huyen a Londres. Quedan maravillados por la niebla. 30 años después Monet volvió, y en

*Los nenúfares*, se encuentra gran parecido con estos cuadros pintados en Londres. Por otra parte, esa captación de los momentos únicos de los impresionistas está presente en Alfred Sisley con las inundaciones de Port Marly en 1872 y otras en marzo de 1876. La última de la serie se encuentra en el Museo Thyssen.

En el caso de la niebla, se detiene en el pintor romántico alemán Caspar David Friedrich, no demasiado conocido en España, del que se conmemora el 250 aniversario de su nacimiento. Era un observador formidable para captar los detalles atmosféricos, además de estar impregnado por un cierto misticismo. Ejemplos como *El caminante sobre el mar de nubes* (1827).

El viento, al principio, un tema mitológico como en *El nacimiento de Venus*. Posteriormente, el viento se representaba por árboles inclinados. En un cuadrito explicativo introduce el concepto de ráfaga o racha. Sorprendente por su maestría es el cuadro *Juana la Loca ante el sepulcro de su esposo, Felipe el Hermoso* (Boceto) cuyo autor fue Juan de Padilla, que fue director del Prado. El efecto del viento sobre el velo de Doña Juana, el titilar de las velas, ... Lienzo clave de la pintura histórica española.

A Goya hay dedicado un capítulo, basado en los cartones (Prado). No podía hacer una pintura demasiado compleja porque tenían que llevarse a los telares. En algunos de ellos, aparecen Cb.

El capítulo dedicado a las atmósferas azuladas del pintor Joachim Patinir (1480-1524), pintor de paisajes y de temas religiosos que entusiasmaba a Felipe II, del que existen varias pinturas en el Museo del Prado (*Las tentaciones de san Antonio Abad*, *Descanso en la huida a Egipto*, *El paso de la laguna Estigia*) y en el Monasterio de San Lorenzo de El Escorial. Considerado el primer paisajista flamenco, es un precursor del paisajismo como género independiente. Excelente manejo del color en donde destaca la gama de azules y verdes, siendo capaz de pintar las cortinas de precipitación. El capítulo “Cielos velazqueños en clave climática”, que es un verdadero ensayo, nos presenta la capacidad de Velázquez para pintar cielos complejos y enmarañados, con distintos géneros nubosos (Ci, Cs, As), que en su honor reciben el nombre de velazqueños. Nubes que son probablemente, reflejo de su propia vivencia meteorológica. Esos cielos aparecen en cuadros tan emblemáticos como *La rendición de Breda* (1634-1635), los retratos ecuestres de distintos miembros de la realeza, que pinto para el Salón de Reinos del palacio del Buen Retiro, así como los retratos de caza destinados a la Torre de la Parada (Monte del Pardo). En todos ellos dominan los

tonos azules y grisáceos, con una variedad de formas nubosas.

La razón por la que Velázquez enmarañaba los cielos no se sabe a ciencia cierta, aunque como puntualiza Viñas, se barajan dos posibles causas. Una puede ser de índole económica (el polvo de lapislázuli utilizado para el azul claro, era muy caro, en aquella época procedía de una mina situada en la actual Afganistán), esa sería una posible razón por la que racionaba su uso. La segunda posible causa que le parece más plausible al autor y que está íntimamente relacionada con el tiempo atmosférico que reinaba en Madrid, durante los años en los que Velázquez fue pintor de corte. Entre 1632 y 1636 realizó distintos retratos reales en los que aparecen sus famosos cielos velazqueños

Joseph. M. W. Turner (1775-1851), pintor de paisajes que -hoy en día- está considerado como el artista que elevó el arte de paisaje a la altura de la pintura de historia. Es también uno de los grandes acuarelistas ingleses. Considerado como el pintor de la luz, ya anuncia la abstracción. Su influencia fue notoria en pintores impresionistas como en Alfred Sisley. Se ha sugerido que los altos niveles de ceniza en la atmósfera durante 1816 que condujeron a unas inusuales puestas de sol durante dicho periodo, pudieron inspirar el trabajo de Turner.

A finales del XIX, la explosión del Krakatoa pudo fotografiarse. Las cenizas ascendieron a la atmósfera y permanecieron durante varios años. En el capítulo “Un grito en el cielo” dedicado a “El grito”, del noruego Edvard Munch, que relató que el cuadro fue un reflejo de un paseo por su ciudad natal, Oslo. Se ha sugerido que el espectacular cielo rojo se inspiró en un recuerdo visual de Munch tras la erupción del Krakatoa en 1883 y la contemplación, al menos en tres ocasiones, de nubes nacaradas estratosféricas. (Artículo en *Weather* en 2017).

Concluyo aquí el deambular por los capítulos seleccionados y espero haber invitado a su lectura.

En suma, un libro muy original e interesante en su planteamiento que animará a volver a acercarse a las pinturas, con una mirada lenta y reflexiva, a la luz de las lecciones aprendidas en *Los cielos retratados* donde se ha establecido una conexión entre la meteorología y la pintura de gran número de artistas de todas las épocas.

*Los cielos retratados* fue presentado el miércoles 29 de mayo a las 18 horas en el Salón de Actos de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid.