

El Nuevo Mundo y la ciencia del clima: el aporte de los cosmógrafos y cronistas españoles en los siglos XVI y XVII*

Luis Andrés Valenzuela Olivares**
Gerardo Cabrera Sánchez***

RESUMEN

En las descripciones geográficas de los cosmógrafos y cronistas españoles de los siglos XVI y XVII, se pueden detectar los primeros intentos de teorización científica sobre las causas empíricas que explican el particular clima de la zona tórrida y templada del Nuevo Mundo, específicamente para el hemisferio sur. De este modo, se propone que en las obras de Pedro Cieza de León y de los jesuitas José de Acosta, Bernabé Cobo y Alonso de Ovalle se presentan los primeros indicios de principios climáticos deducidos mediante la experimentación y proposición de teorías para dar explicación a los diversos fenómenos climáticos observados en el Nuevo Mundo. En ese sentido, dichos autores desarrollaron las primeras teorías sobre las precipitaciones, del efecto moderador del océano, la gradiente vertical de temperatura y de la presión atmosférica, mismas que no han sido suficientemente estudiadas por la historiografía actual.

Palabras clave: *zona tórrida, zona templada, Nuevo Mundo, ciencia climática siglos XVI y XVII, cosmografía.*

* Proyecto PAT 2022, CART 04, GEO 02. HIST 04: *Revisión de Fuentes Científicas de los siglos XVI y XVII para la confección de mapas climáticos de América*, Instituto Panamericano de Geografía e Historia.

** Centro de Estudios Americanos, Facultad de Artes Liberales, Universidad Adolfo Ibáñez, Santiago, Chile. Correo electrónico: lvalenzuelaolivares@gmail.com

*** Facultad de Filosofía, Universidad de Sevilla, Sevilla, España. Correo electrónico: gerardo.cabrera.sanchez@gmail.com

The New World and the climate science: the contribution of the Spanish cosmographers and chroniclers in the 16th and 17th centuries

ABSTRACT

In the geographical descriptions of the Spanish cosmographers and chronicles of the 16th and 17th centuries, one can detect the first attempts at scientific theorizing about the empirical causes that explain the climate of the torrid and temperate zone of the New World, specifically for the southern hemisphere. In this way, in the works of Pedro Cieza de León and the Jesuits José de Acosta, Bernabé Cobo and Alonso de Ovalle, are presented the first indications of climatic principles deduced through experimentation and proposition of theories to explain the diverse climatic phenomenon observed in the New World. In this sense, these authors developed the first theories about precipitation, the moderating effect of the ocean, the vertical gradient of temperature and atmospheric pressure, and that they have not been sufficiently studied by current historiography.

Key words: *torrid zone, template zone, New World, Climate Science 16th and 17th century, cosmography.*

INTRODUCCIÓN

Si se busca la definición de clima, tanto para el Diccionario de Covarrubias (1611)¹ como para el de Autoridades (1729),² este se presenta como la división de la tierra en espacios delineados por paralelos, los cuales parten desde el equinoccio, como punto de referencia o paralelo de grado “0”, extendiéndose hacia los polos. La diferencia entre cada paralelo estaba determinada por la duración máxima de las horas de sol durante los solsticios de verano.³ Etimológicamente, la palabra clima procede del griego *kline* y se clasificaba en cinco grandes zonas. Siendo en los tratados de cosmografía donde se encontraba la explicación y la división del clima al estilo de un

¹ Cobarrubias Orozco, *Tesoro de la Lengua Castellana, o Española*, 1611, fol. 148v.

² Real Academia Española, *Diccionario de Autoridades. Diccionario de la lengua castellana, en que se explica el verdadero sentido de las voces, su naturaleza y calidad, con las frases o modos de hablar, los proverbios y refranes, y otras cosas convenientes al uso de la lengua*, Madrid, Real Academia Española, 1729, Tomo II. <https://apps2.rae.es/DA.html>.

³ Para más conceptos del clima en la antigüedad véase Olcina, “El Clima: factor de diferenciación espacial. Divisiones regionales del mundo desde la Antigüedad al s. XVIII”.

almanaque mundial, en el cual se podía tener “el mundo en las manos”. La mano y los respectivos dedos indicaban una zona de la clasificación del clima que estos antiguos cartógrafos⁴ exponían para diferenciar el mundo habitable del inhabitable.

Uno de los principales exponentes de la cosmografía española fue Pedro Apiano con su tratado *La Cosmografía* (1525), y que entre sus varias reediciones sobresalió la editada por Gemma Frisio, junto a la descripción geográfica del Nuevo Mundo que incluía parte de la Historia General de las Indias de López de Gómara (1555). En ella, se sigue este mismo planteamiento sobre la división de la esfera terrestre en cinco grandes zonas climáticas que se repite para cada hemisferio: la zona tórrida, templada y fría. De estas, la tórrida era dividida por la línea equinoccial, medida empleada para dividir la tierra entre el hemisferio septentrional y meridional, así como también sus límites exteriores se determinaron por los trópicos de cáncer y capricornio respectivamente. Además, el clima, era interpretado subjetivamente según su habitabilidad, por lo que únicamente se clasificaron en paralelos aquellos climas que estaban ubicados dentro de aquella gran zona considerada como apta para la vida humana. Dicho modelo fue expresado por el mismo Apiano, el cual lo dividió en nueve climas nombrados por las ciudades que atravesaban cada paralelo, distribuidos entre las zonas tórrida y templada.⁵

Nosotros, por lo q en nuestros tiepos se ha descubierto, la dividimos en nueve climas. Clima se dize espacio de tierra entre los paralelos, en el qual ay diferencia de media hora en el mayor día del año, desde el principio a la fin del dicho espacio.⁶

Aunque muchos de estos textos cosmográficos han sido ubicados fuera del ámbito científico por la connotación religiosa y de poder que influenciaron los imperios para la ocupación de estos espacios, no se puede dudar que estos documentos fueron el inicio de la investigación científica que conocemos hasta el día de hoy, pues proporcionaron investigaciones astrológicas, astronómicas, cosmográficas; además de la exploración *in situ* del Nuevo Mundo que dio paso a la historia natural.

⁴ Crespo y Fernández hacen referencia a que los cosmógrafos eran los cartógrafos de hoy o lo que se define como Geomático. Crespo Sanz y Fernández Wyttenbach, “¿Cartografía antigua o Cartografía histórica?”, pp. 406-408.

⁵ Para Apiano, el primer clima se extendía longitudinalmente entre las latitudes 12° 45' y 20° 30', en la zona tórrida, y el noveno entre los 53° 10' y 56° 30', ubicada cerca del círculo polar. Véase: Apiano, *La cosmografía*, p. 7 recto.

⁶ Apiano, *La cosmografía*, p. 6 verso.

De acuerdo con los antecedentes mencionados, se pretende demostrar que hubo ciencia antes del “siglo de la razón o de las luces”, y que España fue precursora de esta ciencia en el Nuevo Mundo como laboratorio del clima y de la comprensión del orbe.⁷ No obstante, esta ciencia fue secreta como lo ha mencionado María Portuondo, siendo prioridad del imperio ibérico realizar el Padrón Real y que este fuera secreto de Estado.⁸ Sin embargo, España desarrolló las bases para el mundo moderno y para las academias de ciencias de Europa, Plus Ultra,⁹ que ingleses y franceses adoptaron para su propia proyección imperial. No debe desestimarse que todos estos centros científicos tomaron como modelo el sistema del Consejo de Indias.

Con las primeras investigaciones naturalistas de los cronistas españoles que llegaron al Nuevo Mundo entre los siglos XVI y XVII, se iniciaron los primeros estudios de carácter empiristas, debido al modo en que recopilaron y expusieron los datos y conclusiones de sus estudios proporcionados por la observación y la experiencia, método fundamental con que se abordaron los diversos fenómenos naturales, los que eran totalmente desconocidos hasta entonces. Para el caso de la teoría del clima, fue trascendental la evidencia de la gran fertilidad de la zona tórrida americana, pues este importante hecho refutó la teoría de la inhabitabilidad de dicha zona,¹⁰ la que era aceptada hasta antes de las primeras exploraciones marítimas del Nuevo Mundo. Sin embargo, lo más importante en el plano de los estudios del clima, es que los cronistas del Nuevo Mundo, fundamentalmente jesuitas, elaboraron las primeras teorías científicas sobre el clima, las que fueron desarrolladas en un principio por los padres José de Acosta y Bernabé Cobo. Estos propusieron las primeras descripciones causales sobre el principio de las precipitaciones —tanto para las zonas tropicales como para las zonas templadas—, la circulación de los vientos, la influencia del mar como regulador térmico, y los primeros esbozos sobre la gradiente vertical de temperatura y el fenómeno de las precipitaciones orográficas para el caso de la cordillera de los Andes, antecedentes científicos que dichos cronistas aportaron a la investigación del clima. Si bien, existen en la actualidad algunas investigaciones sobre la contribución de José de Acosta a los estudios climáticos del Nuevo Mundo, como es el caso particular de Jorge Olcina, este último no ha abordado todas las implicancias teóricas de Acosta,

⁷ Luis Valenzuela ha mencionado que la inclusión del Nuevo Mundo cambió la percepción del orbe y domesticó el imaginario a una jerarquización y clasificación proporcionada por los mapas. Valenzuela, *Chile en el Imago Mundi...*, p. 24.

⁸ Portuondo, *Ciencia secreta...*, p. 290.

⁹ Sánchez, *La espada, la cruz y el Padrón...*, p. 159.

¹⁰ Entre los defensores de dicha tesis se encontraba Aristóteles, Plinio el Viejo, Pomponio Mela y Sacrobosco.

por lo que persiste todavía un gran vacío historiográfico al respecto.¹¹ También es curiosa la inexistencia de estudios sobre las contribuciones de Bernabé Cobo a la ciencia del clima,¹² el cual indagó fenómenos climáticos que José de Acosta no inquirió suficientemente, por lo que sus estudios pueden ser considerados como una continuación de lo efectuado por el mismo Acosta. Por ello, se desea demostrar que las contribuciones de Acosta y Cobo al estudio del clima del Nuevo Mundo son las primeras investigaciones que inauguraron el estudio científico del clima, a pesar de que estas no tuvieran como metodología las ciencias cuantitativas, sino más bien de orden cualitativo. Ante esto, se demuestra también que la ausencia de cuantificación en los estudios climáticos de los siglos XVI y XVII no es una limitante para negar la existencia de una ciencia climática propiamente tal en aquella época. Al contrario, se evidencia que los estudios descriptivos del Nuevo Mundo, de aquella época, asentaron los fundamentos metodológicos y teóricos para el estudio científico del clima.

LA EXPERIENCIA CIENTÍFICA DEL ESTUDIO DEL CLIMA EN EL NUEVO MUNDO

La inclusión del Nuevo Mundo en los nuevos mapas y cartas de marear provocó fundamentalmente una revolución en el ámbito de la filosofía y las ciencias naturales, debido a que los nuevos territorios reclamados por la corona española se ubicaban particularmente entre los trópicos de cáncer y capricornio, zona climática que desde la antigüedad fue considerada como inhabitable por recibir perpendicularmente la radiación solar. Contrario a la tradicional tesis de

¹¹ El caso más representativo es el artículo de Jorge Olcina titulado “Referencias atmosféricas y avances para la ciencia climática en la obra de José de Acosta”. En este trabajo Olcina solo reconoció las siguientes contribuciones de Acosta al estudio del clima: la habitabilidad y tipos de clima en la zona tórrida, el mal de altura o soroche en la cordillera de los Andes, los vientos alisios, la corriente marina del Perú y la descripción de un caso del fenómeno del Niño en el Perú (p. 15). Sin embargo, no mencionó la teoría de Acosta sobre la condensación en las precipitaciones, fenómeno que el mismo jesuita representó con el proceso físico que se produce en las alquitaras y alambiques. También no mencionó el fenómeno de las lluvias orográficas descritas por Acosta. Es decir, las descripciones climáticas de Acosta son mucho más complejas de lo que se ha tenido en consideración por la historiografía colonial americana.

¹² Por ejemplo, en el artículo “La historia natural del padre Bernabé Cobo. Algunas claves para su lectura”, de Luis Millones-Figueroa, no hay mención a las contribuciones originales de Cobo al estudio del clima del Nuevo Mundo. También es curioso el caso de la existencia de investigaciones sobre el aporte de Cobo a la geología, como lo menciona el artículo de Miguel León Garrido titulado “Aspectos Geológicos en la Historia del Nuevo Mundo (1653) de Bernabé Cobo”, no así para el ámbito de la climatología.

ser una extensa zona desértica y abrasada por el sol, resultó ser una zona muy húmeda y fértil, en la que abundaba la vegetación, lo que la hacía apta para la vida humana. Ante esta evidencia sobre el grave error en que inquirieron los sabios de la antigüedad, el padre jesuita José de Acosta sostuvo la importancia de la lógica y la experiencia para abordar el estudio de la naturaleza por encima de las sobreestimadas conjeturas de los científicos del pasado:

En esta línea equinoccial hallamos tantas y tan admirables propiedades, que con gran razón despiertan y avivan los entendimientos para inquirir sus causas, guiándonos no tanto por la doctrina de los antiguos Filósofos, cuanto por la verdadera razón y cierta experiencia.¹³

Esta nueva evidencia científica motivó a que diversos cosmógrafos y cronistas, fundamentalmente españoles, investigaran las causas físicas que hacían de la zona tórrida americana un clima abundante no solo de lluvias, sino que inclusive de zonas templadas a frías con nieves perpetuas en las zonas altas de sus cordilleras, a pesar de que estas se ubicasen prácticamente debajo de la línea equinoccial. En ese sentido, los diversos estudios climáticos, que en los siglos XVI y XVII se hicieron sobre el Nuevo Mundo, trataron generalmente sobre las condiciones meteorológicas, hídricas y oceánicas de la zona tórrida. Al respecto, José de Acosta no dejó lugar a dudas sobre la directa correlación entre el continente americano y la zona tórrida:

No me parece á mi que dijeron mal los que afirmaron, que el conocimiento de las cosas de Indias dependía principalmente del conocimiento de la equinoccial; porque cuasi toda la diferencia que tiene un orbe del otro, procede de las propiedades de la equinoccial.¹⁴

En esa misma línea, otros cronistas secundaron lo que Acosta expresó sobre la zona tórrida. Jaime Rebullosa, fray de la Orden de Predicadores, en su obra “Descripción de todas las provincias y reinos del mundo”, publicada en 1603, afirmó la necesidad de abordar la zona tórrida para el Nuevo Mundo, dado que era su clima predominante: “Assentadas ya estas dificultades, tratemos de las calidades de la Torrida, pues baxo della esta por la mayor parte, este Nuevo Mundo que llamamos Indias”.¹⁵ Sin embargo, es en el jesuita Bernabé Cobo que puede inferirse la incidencia de la tesis de Acosta sobre la importancia del estudio de la zona tórrida, pues en su obra titulada *Historia del Nuevo Mundo*, escrita en 1653, Cobo afirmó que:

¹³ Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, p. 118.

¹⁴ *Ibid.*, p. 117.

¹⁵ Rebullosa, *Descripción de todas las provincias y reynos del mundo, sacada de las relaciones Toscanas de Juan Botero Benes*, p. 217 recto.

Por cuanto la mayor parte de la América que hasta ahora han descubierto y poblado los españoles se incluye dentro de los Trópicos, y porque la grande variedad y diferencia de temples que se halla en esta media región llamada Tórrida zona (...).¹⁶

Aunque no todos los sabios de la antigüedad estuvieron en contra de la tesis de la habitabilidad de las zonas tropicales. Un caso especial fue el de Estrabón, quien en su libro II de Geografía sostuvo que no toda la zona tórrida era inhabitable, pues la existencia de los etíopes, ubicados al sur de Egipto, era una evidencia que no daba por inútil toda esa extensa región para la vida humana:

Se llama Tórrida, en efecto, a la zona inhabitable por el calor, pero más de la mitad de la anchura del espacio comprendido entre los trópicos es habitable, como se desprende de los etíopes que viven más allá de Egipto, al menos si lo que divide el Ecuador a ambos lados es la mitad de la anchura total.¹⁷

No obstante, en la tesis de la inhabitabilidad de la zona tórrida predominó ampliamente entre las diversas escuelas teóricas, perdurando hasta finales de la edad media. Es así que estudiosos como Pomponio Mela, Plinio El Viejo y Johannes de Sacrobosco fueron importantes exponentes de esta tesis que solo pudo refutarse mediante la experiencia de los viajes de Cristóbal Colón en adelante. Para Pomponio Mela, solo las zonas templadas, ubicadas entre la tórrida y las polares, eran las zonas aptas para la vida humana.¹⁸ Plinio El Viejo, dando argumentos más extensos que Pomponio Mela, afirmó que las zonas polares eran inhabitables por encontrarse cubiertas “por un hielo eterno y un frío terrible (...)”,¹⁹ mientras que la zona tropical era tórrida por el paso del Sol, ya que quedaba “abrasada por sus llamaradas y quemada por el calor que le da de cerca”.²⁰

En cuanto a Sacrobosco, cosmógrafo medieval, sostuvo que la zona tórrida era inhabitable “por el calor del Sol, que discurre siempre entre los Tropicos: semejantemente se dize inhabitable, por el calor del sol, que discurre sobre ella”.²¹ En definitiva, como bien expresó Gonzalo Fernández de Oviedo, primer cronista de indias, que la zona tórrida americana demostró “que debaxo de la línea del equinoçio en muchas partes de la Tierra-Firme hallan más templada é fresca la tierra, ó más habitada ó tan dispuesta á vivir los hombres allí como

¹⁶ Cobo, *Historia del Nuevo Mundo. Tomo I*, p. 115.

¹⁷ Estrabón, *Geografía. Libros I-II*, p. 451.

¹⁸ Pomponio Mela, *Compendio Geográfico i Historico de el Orbe Antiguo*, pp. 3-4.

¹⁹ Plinio El Viejo, *Historia Natural. Libros I-II*, pp. 427-428.

²⁰ *Ibid.*, p. 428.

²¹ Sacrobosco, *La Sphera*, p. 41 verso.

desta é de la otra parte”.²² Estas nuevas características climatológicas de la zona tropical americana, por lo tanto, fueron el objeto principal de estudio en el que cosmógrafos y cronistas, durante los siglos XVI y XVII, se dedicaron a investigar para descubrir los principios científicos que le regían.

Los primeros cosmógrafos reales de la corona española, tales como Alonso de Santa Cruz y Juan López de Velasco, expresaron sus ideas sobre la habitabilidad de los trópicos en manuscritos que posteriormente pudieron ser publicados, dado que permanecieron mucho tiempo inéditos. Alonso de Santa Cruz, en su “Islario General de Todas las Islas del Mundo”, dejó la constancia sobre el engaño que los antiguos incurrieron al afirmar la inhabitabilidad de la zona tórrida.²³ Sin embargo, fue Juan López de Velasco, cosmógrafo real de Felipe II entre 1571 y 1591, el que presentó un análisis más acabado sobre el clima tropical del Nuevo Mundo. En su obra “Geografía y descripción universal de las Indias”, López de Velasco dio cuenta que la existencia de zonas templadas y frías debajo de la línea equinoccial americana se debía a las cadenas montañosas que existían en esas inmediaciones, tal como acontecía en la provincia de Quito, pues provocaba que “según su sitio y lugar más altas y levantadas y apartadas de la mar, que comúnmente son más frescas y frías, tanto que en algunas cae mucha nieve aunque están debajo de la misma Equinoccial”.²⁴ Sin embargo, uno de los datos climáticos más importante que resalta de esta zona es que, a diferencia del clima europeo, las lluvias de las zonas tropicales acontecen en verano, motivo por el cual les llama “invierno”, dado que, desde el punto de vista del europeo, las lluvias nunca son en los meses cálidos:

porqué en todas las de la Nueva España e islas de la mar del Norte, y provincia de Guatimala hasta Panamá, que estan de la Equinoccial al norte, son las aguas desde principio de Mayo hasta el fin de Octubre, que es lo llaman invierno, cuando los dias son mayores, y por serlo es en Europa el verano y no llueve (...).²⁵

Y este tipo de lluvias tropicales de verano “son muy recias y muy gruesas, que parece que caen de muy cerca de la tierra por unas nubes (mangas que llaman los marineros), que son unos racimos de la mesma agua que parece que se levanta de la mar”.²⁶ Este clima lluvioso, trae como consecuencia la generación de las condiciones óptimas para que se dé un clima general de benignidad para

²² Fernández de Oviedo y Valdés, *Historia General y Natural de las Indias, Islas y Tierra-Firme del Marco Océano. Tomo IV*, p. 2.

²³ Santa Cruz, *Islario General de Todas las Islas del Mundo*, pp. 34-35.

²⁴ López de Velasco, *Geografía y descripción universal de las Indias*, pp. 10-11.

²⁵ *Ibid.*, pp. 12-13.

²⁶ *Ibid.*, p. 14.

la vida humana. En ese sentido, Juan Pérez de Moya, en su “Tratado de Cosas de Astronomía, y Cosmografía, y Filosofía Natural” (1573), la definió en que

Assi mismo debaxo de la tórrida Zona, se halla por experiencia q se habita, y que no ay tierra mas templada q la q corresponde debaxo de la equinoctial, por causa de la igual ausencia, y presencia q allí haze el Sol, siendo los dias siempre yguales con las noches (...).²⁷

Lo mismo afirmó el cosmógrafo Josepe de Sesse unas décadas después, en el que recalcó las bondades del clima tropical para el género humano por la abundancia de sus recursos: “que ay en ella, y en la Torrida grandes poblaciones, muchas colonias nuestras, bonissimos temperametos, gran abundancia de frutos (...)”.²⁸

EL FENÓMENO DE LAS LLUVIAS ESTIVALES

Una de las primeras evidencias científicas que los cosmógrafos y cronistas españoles analizaron sobre las particularidades del clima tropical americano fue el fenómeno de las lluvias de verano. A diferencia de lo que acontecía en el continente europeo, la época de las lluvias solo ocurría en los solsticios de verano para ambas bandas de la equinoccial, siendo los solsticios de invierno el periodo de las sequías. Esta gran diferencia obligó a que los estudiosos del Nuevo Mundo buscasen una explicación lógica a este hecho, labor que fue desempeñada fundamentalmente por los intelectuales de la Compañía de Jesús, entre ellos, el padre Bernabé Cobo y José de Acosta. Es así que, Bernabé Cobo afirmó sobre la directa relación entre las lluvias estivales y la abundancia excepcional de fuentes hídricas en los trópicos, lo que refutaba la idea de la sequedad de la zona tórrida:

De las cuales causas es una y muy poderosa bien contraria de lo que ellos imaginaron, que es ser toda la Tórrida zona de las tierras más húmedas y abundantes de aguas del Mundo: y por venir las lluvias al contrario que en las zonas templadas, en las cuales lo común es llover en Invierno, cuando el Sol anda más apartado y el frío es más intenso (...).²⁹

Sin embargo, este fenómeno climático tropical sería analizado hasta sus causas últimas por José de Acosta, que, dado sus argumentos expuestos en su *Historia*

²⁷ Pérez de Moya, *Tratado de Astronomía, y Cosmographia, y Philosophia Natural*, p. 146.

²⁸ Sesse, *Libro de la Cosmographia Universal del Mundo, y particular descripción de la Syria y tierra Santa*, p. 9 recto.

²⁹ Cobo, *Historia del Nuevo Mundo. Tomo I*, p. 117.

Natural y Moral de las Indias, corresponden al mejor estudio científico climático realizado entre los siglos XVI y XVII. Como bien dijo Jorge Olcina, “(...) se puede considerar al padre Acosta como el primer “climatólogo” español en sentido estricto, cuya obra ha resultado de gran utilidad para la descripción de las condiciones atmosféricas del ámbito intertropical (...)”.³⁰ De este modo, Acosta demuestra su profunda capacidad de análisis científico al indagar sobre las causas que producen las lluvias tropicales exclusivamente en verano:

Pensando muchas veces con atención, de qué causa procede ser la equinoccial tan húmeda, como he dicho, deshaciendo el engaño de los Antiguos, no se me ha ofrecido otra, sino es que la gran fuerza que el Sol tiene en ella, atrae, y levanta grandísima copia de vapores de todo el Océano, que está allí tan estendido, y juntamente con levantar mucha copia de vapores, con grandísima presteza los deshace, y vuelve en lluvias.³¹

Con siglos de antelación, Acosta propuso una teoría climática sobre las causas de las lluvias tropicales, y que en la misma se reconoce la importante incidencia de los océanos en el proceso de la evaporación y condensación de los gases por la insolación casi perpendicular del sol. Inclusive, esta teoría de Acosta se ajusta a la teoría moderna de la climatología. De acuerdo a Arthur y Alan Strahler, los océanos son la fuente esencial del suministro del vapor de agua, el que posteriormente se condensa para dar origen a las precipitaciones.³² Además, el clima tropical lluvioso con alternancia de periodos de lluvias en verano y con estación seca en invierno, se produce precisamente en las lluvias cuando en el estío llegan las masas de aire húmeda de carácter tropical marítimo o ecuatorial marítimo.

En cambio, la sequía se da por la llegada en las estaciones frías de una masa de aire seca de carácter tropical continental como resultado de las altas presiones subtropicales.³³ Como demostración de este fenómeno climático, Acosta recurrió al ejemplo artificial de la evaporación y condensación que se produce en las alquitaras y alambiques que son utilizados para extraer esencias de yerbas y flores, ya que, en sus palabras “la vehemencia del fuego encerrado levanta arriba copia de vapores, y luego apretándolos, por no hallar salida, los vuelve en agua y licor”.³⁴ Todo este proceso científico que se da en laboratorio,

³⁰ Olcina, “Referencias atmosféricas y avances para la ciencia climática en la obra de José de Acosta”, p. 3.

³¹ Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, p. 135.

³² Strahler y Strahler, *Geografía física*, pp. 44-45.

³³ *Ibid.*, p. 158.

³⁴ Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, p. 136.

fue para Acosta una evidencia clara que demuestra a escala el proceso de evaporación y condensación en la zona tórrida. Como ejemplo demostrativo de que las lluvias entre los trópicos se dan exclusivamente en el periodo de primavera-verano, Acosta explica el caso experimentado en el Virreinato del Perú, lugar en que los meses de otoño e invierno se da una ausencia total de lluvias y nevazones en las sierras; mientras que, al acercarse el solsticio de verano, en el trópico de capricornio, se inician las precipitaciones, trayendo como consecuencia el aumento vertiginoso de los caudales de los ríos.³⁵ No obstante, la experiencia climática de Acosta en América fue que en la tórrida zona lejos de experimentar un intenso calor, en plena época de equinoccio de otoño “sentí tal frío, que algunas veces me salía al Sol, por abrigarme (...)”.³⁶ Esta situación hizo que Acosta reflexionase sobre las múltiples causas y factores que inciden en que el clima de la tórrida zona tuviese una gran variación climática, a pesar de que distintas regiones climáticas tuviesen la misma latitud:

en partes es la Tórrida zona muy templada, como en Quito, y los llanos del Perú: en partes es muy fría, como en Potosí; y en partes es muy caliente, como en Etiopía, y en el Brasil, y en los Malucos (...).³⁷

Ante este fenómeno imposible de negar, Acosta se propuso la necesidad “de inquirir otra causa de frío y calor (...)”.³⁸ Las causas que Acosta considera como factores condicionantes de la diversidad de climas que se pueden dar en una misma latitud son las siguientes: el océano, el relieve del terreno y los vientos.³⁹ Sin embargo, agregó un cuarto factor causal, pero de origen desconocido, debido a que no pudo determinar específicamente su naturaleza constitutiva: “Fuera de estas tres, que las tengo por manifiestas, sospecho que hay otra cuarta oculta, que es propiedad de la misma tierra que se habita, y particular eficacia á influencia de su Cielo”.⁴⁰ El factor del océano corresponde a la propuesta de la teoría del efecto moderador del clima que ejerce sobre las masas continentales. En cuanto al clima templado de las zonas altas, Acosta está aludiendo a la teoría de la gradiente vertical de temperatura, la cuál tiene en promedio un descenso de 6,4 °C cada 1,000 metros de altura.⁴¹ Y, por último, la causa de los vientos sería el reconocimiento por parte de Acosta de la teoría

³⁵ *Ibid.*, p. 122.

³⁶ *Ibid.*, p. 143-144.

³⁷ *Ibid.*, p. 144.

³⁸ *Ibidem.*

³⁹ *Ibid.*, p. 150.

⁴⁰ *Ibid.*, p. 150-151.

⁴¹ Strahler y Strahler, *Geografía física*, p. 42.

del efecto Coriolis. Respecto a la cuarta causa desconocida, dado el modo en que la describió, Acosta expresó las causas que explican el carácter frío o cálido que pueden tener las corrientes marinas. Sobre esto, Acosta contrastó este hecho para explicar los motivos que hacen que Perú sea más templado que Brasil y Panamá:

Hay mares que sienten mucho calor, como cuentan del de Mozambique, y del de Ormuz allá en lo oriental; y en lo occidental el mar de Panamá, que por eso cria caimanes, y el mar del Brasil. Hay otros mares, y aun en los mismos grados de altura, muy frescos, como es el del Perú, en el cual tuvimos frío, como arriba conté, cuando le navegamos la vez primera; y esto siendo en Marzo, cuando el sol anda por encima.⁴²

Esta diferenciación de las temperaturas que Acosta hizo de los océanos del Nuevo Mundo, se adecúa perfectamente a la clasificación moderna de las corrientes marinas. Para lo que es la costa del Perú, es de una temperatura templada, a pesar de estar cerca de la línea equinoccial, en razón de que la Corriente de Humboldt⁴³ es fría por proceder desde el continente antártico. En cambio, las corrientes del mar de Panamá o del Brasil son cálidas, en razón de que son respectivamente corrientes que tienen sus orígenes en las zonas ecuatoriales del océano atlántico. Dada estas interrogantes científicas del jesuita José de Acosta, se procederá a analizar las dos teorías restantes de su cuestionamiento sobre el clima de la zona tórrida: el efecto moderador del océano y la gradiente vertical de temperatura.

EL EFECTO MODERADOR DE LOS OCÉANOS

Este principio fue desarrollado principalmente por José de Acosta, pues fue él quien se cuestionó sobre los efectos atemperadores o refrescantes del agua para la moderación de la temperatura en la zona tórrida. Como bien expresó Acosta: “Así deseamos entender porqué la región que tiene al Sol mas cercano, y sobre

⁴² Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, pp. 158-159.

⁴³ La corriente de Humboldt, que tiene una dirección de sur-norte, sus vientos y flujos oceánicos condicionaron bastante el tráfico marítimo entre los puertos del reino de Chile y el Virreinato del Perú. De acuerdo con Tomás López Medel (1570), lo anterior significó que para los marineros la ida a Chile desde el Perú fuera muy dificultosa, por tomar mucho más tiempo que el retorno desde Chile: “subiendo para los reinos de Chile dende Lima, van dando bordo por la mar con harto trabajo, y así se tarda mucho en la ida para Chile y la vuelta es muy fácil”. Véase: López Medel, *De los Tres Elementos, Tratado sobre la Naturaleza y el hombre del Nuevo Mundo*, p. 30.

sí, no solo es mas templada, pero en muchas partes es fría”.⁴⁴ En respuesta a esta pregunta de investigación, Acosta llega a la conclusión sobre dos causas generales que producen este efecto climático en la zona tropical. La primera es la abundancia de las lluvias que tornan en un estado de permanente humedad a los trópicos del Nuevo Mundo;⁴⁵ en cuanto a la otra causa, Acosta propone que la nubosidad sirve como barrera reflectante y protectora de los rayos solares, lo que también incide en el descenso de las temperaturas.⁴⁶ Aun así, otro factor no menor es la casi igualdad de las horas entre el día y la noche que hace que los trópicos no se insolen excesivamente en los meses de primavera y verano como en las zonas templadas y polares. Sin embargo, el padre Acosta propuso como factor fundamental de moderación climática a los océanos, pues tienen las características de “templar, y refrigerar el calor”.⁴⁷ El origen de este efecto del mar, para Acosta, radica en que la profundidad del océano no permite que se caliente lo suficientemente rápido, por lo que siempre tendrá una temperatura menor al de la superficie de los continentes. Además, desde el punto de vista químico, Acosta consideró que las bajas temperaturas del océano también se deben a la presencia de la sal disuelta en ella. Es así que, por estos motivos, Acosta sostuvo que “el Océano tiene sin duda propiedad de templar y refrescar el calor demasiado, por eso se siente mas calor en tierra, que en mar (...)”,⁴⁸ situación que lo demostró con la experiencia vivida en el puerto del Callao, donde los marineros, para enfriar el agua o las botellas de vinos, las ponían en unos frascos que son introducidos en el mar. En consecuencia, estas evidencias fueron datos irrefutables que permitieron a Acosta sostener el principio de ser el océano un moderador natural del clima en la zona tórrida, al punto de hacerla más templada que cálida.

Aparte del penetrante análisis científico de Acosta, es también muy ilustrativo el ejemplo de la experiencia personal que el padre Bernabé Cobo dio sobre este mismo fenómeno, pero con la diferencia de haberlo aplicado para los lagos. El caso es que Cobo observó el efecto de moderación de las temperaturas en las inmediaciones del lago cercano a la localidad de Chucuito:

que siendo toda la tierra de las provincias del Collao tan fría que muchos años se yelan los sembrados de quinua y papas, que son los frutos que lleva, y participando de la misma frialdad y temple la laguna de Chucuito (...), en ciertas islas que hay dentro della nunca sucede helarse lo que en ellas se siembra, del cual efecto no puedo avanzar sea otra la causa que los vapores que levanta

⁴⁴ Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, p. 145.

⁴⁵ *Ibíd.*, p. 145.

⁴⁶ *Ibíd.*, p. 147.

⁴⁷ *Ibíd.*, pp. 151-152.

⁴⁸ *Ibíd.*, p. 152.

el Sol de la misma laguna, los cuales, como suben en torno de las islas, que son pequeñas, juntándose encima de ellas, por irse esparciendo cuanto más alto suben, les hacen abrigo y las vienen á rodear y cubrir por todas partes en forma de pabellón, dejándolas abrigadas y defendidas de las heladas.⁴⁹

Este ejemplo dado por Cobo demuestra fehacientemente cómo las temperaturas de la laguna, en relación con la temperatura de una superficie terrestre congelada, siempre serán más elevadas, pues la energía calórica almacenada por la insolación del sol, al ser liberada, aumenta las temperaturas de las inmediaciones, por lo que se forman esos vapores que sirven como invernaderos naturales para los cultivos que se desarrollan en las islas de la laguna. No obstante, lo importante del análisis de Acosta y Cobo sobre el efecto moderador de los océanos y grandes acuíferos es que fueron definidos perfectamente según lo planteado por la moderna ciencia climática. Retomando los análisis de Strahler, el efecto moderador de las grandes fuentes hídricas se debe al principio de que “una masa de agua extensa y profunda se calienta y se enfría mucho más lentamente que un cuerpo sólido, cuando ambos están sometidos a una misma intensidad de insolación”.⁵⁰ Sin embargo, los factores determinantes de la lentitud con que se calienta y libera el calor en los océanos y lagos se debe a que el calor de la insolación se tiene que distribuir por todo el volumen de la fuente del agua, siendo las temperaturas más frías a medida que se descende en profundidad, como también el efecto de evaporación provoca que la superficie del agua esté enfriándose permanente.

EL CLIMA TEMPLADO POR EL EFECTO DE LA ALTURA

Otro de los importantes temas de debate que se desarrolló entre los cosmógrafos y cronistas españoles del Nuevo Mundo, fue la búsqueda de las causas de la existencia de un clima frío en las altas cumbres de las cordilleras localizadas entre los trópicos, inclusive debajo de la propia línea equinoccial, hecho que no imposibilitaba la presencia de hielos permanentes en sus cimas. En ese contexto, fue nuevamente el padre José de Acosta el primero en teorizar sobre esta especial condición climática de la zona tórrida americana. De acuerdo a Acosta:

Cosa clara es, que las cumbres de los montes son mas frías, que las honduras de los valles; y esto no es solo por haber mayor repercusión de los rayos del Sol en los lugares bajos y cóncavos, aunque esto es mucha causa: sino que hay otra tambien, y es, que la region del aire, que dista mas de la tierra, y está mas alta,

⁴⁹ Cobo, *Historia del Nuevo Mundo. Tomo I*, pp. 68-69.

⁵⁰ Strahler y Strahler, *Geografía física*, p. 84.

de cierto es mas fría. Hacen prueba suficiente de esto las llanadas del Collao en el Perú, y las de Popayán, y las de Nueva-España, que sin duda toda aquella es tierra alta, y por eso fría (...).⁵¹

Sin embargo, Acosta no tiene una explicación lo suficientemente científica para demostrar el principio de este fenómeno, pues recurrió a las teorías aristotélicas de la esfera de fuego y de la región media del aire, esta última considerada como la zona donde se produce el enfriamiento del aire en relación a la superficie de la tierra: “porque si hay esfera de fuego, como Aristóteles y los mas Filósofos ponen por antiparistasis, ha de ser mas fría la region media del aire, huyendo á ella el frio, como en los pozos hondos en tiempo de verano”.⁵² Esta teoría de la naturaleza de la esfera del aire, fue explicada por el cosmógrafo Enrico Martínez en su obra *Repertorio de los tiempos, y historia natural desta Nueva España*, publicada en 1606. En ella, Martínez afirmó que, tradicionalmente, la región en donde se ubica el aire era dividida por los filósofos en tres grandes capas, una ubicada sobre la otra. Es así que la parte superior o suprema era de carácter cálida y seca, a causa de su localización adyacente a la esfera de fuego; mientras que la capa inferior, que se ubicaba inmediatamente sobre la superficie terrestre era cálida pero húmeda. El calor de esta última se debía a la reverberación de los rayos del sol, y la humedad provenía de las diferentes fuentes hídricas, tales como el mar, lagos, ríos y vapores de la tierra en general. Por último, la gradiente vertical de temperatura en las cordilleras, la tercera región del aire, denominada como zona media del aire, era de carácter fría por dos causas a saber: su lejanía respecto a la esfera de fuego, así como también de la reverberación de los rayos solares en la superficie terrestre, por lo que estaba aislada de toda posible fuente de calor.⁵³ Estas características, según la teoría aristotélica, explicarían la existencia de nieve y hielo en las altas cumbres de las cordilleras de la zona tórrida. Además, siguiendo al capitán Pedro de Castro, quien fue autor del libro *Causas eficientes y accidentales del Fluxo, y Refluxo del Mar*, se deduce el principio inversamente proporcional entre el calor y la temperatura del aire, en donde a mayor cercanía del aire respecto al sol en las alturas, menor es la temperatura que esta tendrá. Es por ello que Pedro de Castro sostuvo, erróneamente, que “El Sol no tiene eficacia en el Ayre, porque si la tuviera, mientras mas cercana se hallara la nube al Sol, la calentara mas, y deshiciera en lluvia (...)”.⁵⁴

⁵¹ Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, p. 153.

⁵² *Ibid.*, p. 154.

⁵³ Martínez, *Repertorio de los tiempos, y historia natural desta Nueva España*, pp. 96-97.

⁵⁴ Castro, *Causas eficientes y accidentales del Fluxo y Refluxo del Mar*, p. 253.

Lo importante de los diversos análisis sobre las causas de la disminución de la temperatura del aire a medida que se aumenta la altura, es que fueron los primeros intentos teóricos para buscar una explicación científica de este fenómeno que se cumplía igualmente en todas las partes del globo, inclusive debajo de la misma línea equinoccial. Sin embargo, entre todos estos filósofos, cosmógrafos y cronistas, se encuentra el caso anómalo de la primera teoría de la presión atmosférica en el ámbito científico español, el cual fue desarrollado por Alonso de Fuentes en su obra “Summa de philosophia natural, en la qual assi mismo se tracta de astrulugia y astronomía, y otras sciencias”, publicada en 1547. De acuerdo a Alonso de Fuentes, el efecto de las bajas temperaturas en las altas cumbres se debía a que “mas el ayre quato esta mas allá arriba es mas delgado, assi mismo quato mas bajo es espesso (...)”.⁵⁵ Es decir, Alonso de Fuentes fue uno de los primeros en exponer la teoría de la densidad del aire para fundamentar el fenómeno de la gradiente vertical de la temperatura para el clima templado y frío de las altas montañas. Además, es curioso que ningún cosmógrafo y cronista de india haya empleado dicha teoría como sustituto a la tradicional visión aristotélica de las diferentes esferas de aires que envuelven la tierra. Solamente está el caso particular de José de Acosta que hizo una correcta explicación de los efectos que se producen por la baja densidad del aire a grandes altitudes, no así en relación a la causa que produce aquel fenómeno: “(...) y asi me persuado que el elemento de el aire está allí tan sutil y delicado, que no se proporciona á la respiracion humana, que le requiere mas grueso y mas templado (...)”.⁵⁶ Esta explicación fue deducida por Acosta a través de los síntomas del “mal de altura” que experimentó en una de sus travesías por la sierra peruana.⁵⁷

Otro elemento de análisis científico de la gradiente vertical de temperatura, fue la clasificación climática de la sierra peruana que elaboró el padre Bernabé Cobo. Estas se dividen en seis grados o andenes, categorizadas según el tipo de plantaciones y características climáticas que se dan en cada una de ellas. El primer grado o anden corresponde al clima más altitudinal, mientras que el último grado o anden son los valles o zonas más bajas de la cordillera de los

⁵⁵ Fuentes, *Summa de philosophia natural, en la qual assi mismo se tracta de astrulugia y astronomía, y otras sciencias*, pp. CIII verso-CIIII recto.

⁵⁶ Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, pp. 208-209.

⁵⁷ Esta anécdota fue descrita por el padre Acosta de la forma siguiente: “Hay en el Perú una sierra altísima, que llaman Pariacaca (...) y con toda mi preparacion, cuando subí las escaleras, que llaman, que es lo mas alto de aquella sierra, cuasi súbito me dio una congoja tan mortal, que estuve con pensamientos de arrojarme de la cabalgadura en el suelo (...) Y con esto luego tantas arcadas y vómitos, que pensé dar el alma, porque tras la comida y flemas, cólera y mas cólera, y una amarilla, y otra verde, llegué á echar sangre, de la violencia que el estómago sentía”. Véase: Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, pp. 206-207.

Andes. Es así que el primer grado es “toda la tierra yerma y estéril que no se cultiva ni siembra, por ser páramos muy fríos y destemplados, que es la que llamamos en el Perú Puna Brava (...)”,⁵⁸ y en ella se da la presencia de las nieves permanentes de las altas cumbres. El segundo grado o anden:

pertenece la tierra que está inmediata á la del primero, y no es tan estéril como ella, pues lleva los frutos de que se mantiene sus habitantes, que son estas raíces: papas, ocas, macas, hisañas, ullumas y la semilla llamada quinua (...).⁵⁹

El tercer anden es llamado por Cobo como “absolutamente de labor, porque desde aquí hasta el cabo y sexto temple de la Sierra y coge mucho trigo y todas las demás semillas, legumbres y hortalizas y las raíces (...)”.⁶⁰ El clima del cuarto grado

es templada sin notable frío ni sequedad; el frío del Invierno es blando y el Estío fresco, de suerte que por no haber calor en todo el año que fatigue, se dice absolutamente ser su temple frío, o mejor decir, fresco.⁶¹

Los valles representativos de este cuarto anden son, según Cobo, los siguientes: Jauja, Andahuaylas y Cochabamba. Con estos últimos datos, puede deducirse la altitud que posee el cuarto anden, pues Jauja tiene una altitud de 3.390 m.s.n.m. Por su parte, la altitud de Andahuaylas es de 2,836 metros y la de Cochabamba de 2.558 metros, es decir, un promedio entre los 3,000 y 2,800 metros de altitud.

El quinto grado o andén es llamado por Cobo como *Chaupiyunca*, “que quiere decir “medio yunca”,⁶² por ser tan blando y apacible, que no se siente en él frío ni calor (...)”.⁶³ En esta zona pertenecen las ciudades de Arequipa (2,335 m), Huamanga (2,761 m) y Huánuco (1,898 m). Por último, el sexto grado o anden:

incluye los más hondos y profundos valles que hay en ella y las laderas del mismo temple, que es con extremo caliente (...) Caen dentro de este grado los valles y ríos de Vilcas, Avancays y Apurima, que pasamos caminando desta ciudad de Lima á la del Cuzco.⁶⁴

⁵⁸ Cobo, *Historia del Nuevo Mundo. Tomo I*, p. 155.

⁵⁹ *Ibid.*, p. 161.

⁶⁰ *Ibid.*, p. 164.

⁶¹ *Ibid.*, p. 165.

⁶² La palabra yunca quiere decir yunga, que en quechua significa “valles cálidos”.

⁶³ Cobo, *Historia del Nuevo Mundo. Tomo I*, p. 165.

⁶⁴ Cobo, *Historia del Nuevo Mundo. Tomo I*, pp. 166-167.

Es importante considerar que no se han hecho estudios respecto a esta importante clasificación climática hecha por Bernabé Cobo, la cual representa un significativo avance que ha pasado desapercibido para el desarrollo de las ciencias climáticas.

EL CLIMA DESÉRTICO DE LOS “LLANOS DEL PERÚ”

Entre los diferentes fenómenos climáticos que los cronistas de indias investigaron en la zona tropical del Nuevo Mundo, el que más atención atrajo fue la existencia “anómala” del desierto costero del actual Perú y norte de Chile, que, como bien lo expreso José de Acosta: “(...) en toda aquella costa nunca llueve, ni truena, ni graniza, ni nieva, que es cosa admirable”.⁶⁵ Es así que, el primer cronista en investigar críticamente las características de dicha zona geográfica del continente sudamericano fue Pedro Cieza de León, quien en su obra “La crónica del Perú” (1553), realizó una descripción generalizada del clima, el tipo de precipitaciones que se producen, y las causas geográficas que inciden en la formación de aquel paisaje desértico. De esta manera, Cieza de León sostuvo que este tipo de clima se extiende desde los “(...) cuatro grados de la línea a la parte del sur hasta pasar del trópico de Capricornio va estéril esta región”,⁶⁶ y entre sus causas principales dio como fundamentos dos principios a saber: La acción de barrera natural ejercido por la sierra cordillerana que impide la penetración de los vientos lluviosos procedente de las regiones orientales, y la influencia predominante del viento del mar del sur hasta las cercanías de Tumbes (norte del Perú), que es de carácter seco. Sobre el primer fundamento, Cieza de León afirmó lo siguiente:

(...) y como la serranía es tan alta y los llanos y costa tan baja, parece que atrae a sí los ñublados sin los dejar parar en las tierras bajas; de manera que cuando las aguas son naturales llueve mucho en la sierra y nada en los llanos (...).⁶⁷

Lo importante del principio descrito por Cieza de León es que es la primera exposición teórica de lo que se conoce actualmente como el fenómeno climático de las lluvias orográficas, el cual se produce “Cuando los vientos predominantes tropiezan con un sistema montañoso, la capa de aire, como un todo, tiende a subir y superar la berrera”.⁶⁸ Además, cronistas posteriores, como José de Acosta y Bernabé Cobo reconocieron este mismo evento al momento

⁶⁵ Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, p. 256.

⁶⁶ Cieza de León, *La crónica del Perú*, p. 209.

⁶⁷ *Ibidem*.

⁶⁸ Strahler y Strahler, *Geografía física*, p. 117.

de abordar el estudio climático de los llanos del Perú. De acuerdo al padre Acosta, dicho principio fue explicado de la siguiente manera:

(...) y es, que la altura excesiva de la sierra que corre por toda la costa, abriga aquellos llanos, de suerte que no deja soplar viento de parte de tierra, sino es tan alto, que excede aquellas cumbres tan levantadas; y así no corre mas del viento de mar, el cual no teniendo contrario, no aprieta ni exprime los vapores que se levantan para que haga lluvia. De manera, que el abrigo de la sierra estorba el condensarse los vapores, y hace que todos se vayan en nieblas esparcidas.⁶⁹

En cuanto al análisis del padre Bernabé Cobo, detectó la existencia de un cordón montañoso en la región de Tumbes como la causa natural que impide la penetración de los vientos tropicales del norte, y aplicó este mismo principio para dar cuenta del porqué las nubes cargadas con las lluvias no pueden avanzar hacia la zona sur donde comienza los llanos, factor geográfico que ni Cieza de León ni José de Acosta advirtieron:

Por la banda del Norte, en el distrito de Tumbes corre desde la mar una cuchilla ó loma baja por la tierra adentro, que ataja los llanos y los divide de la tierra yunca, y el obispado de Trujillo del de Quito, en la cual se ve esta notable diferencia: que la vertiente y ladera que mira al Norte es de temple yunca, tiene arboleda y llegan hasta ella los aguaceros, que caen de allí para adelante en la costa de la diócesis de Quito; y la otra vertiente y ladera, que mira al Sur, es de temple de Llanos, seca y pelada, sin arboleda ni hierba, porque no llueve en ella; desde la cual empiezan los Llanos y arenales.⁷⁰

Continuando con la teoría climática de los llanos desarrollada por Cieza de León, la segunda causa que consideró como factor determinante del clima desierto costero de esta zona era la presencia predominante de un viento seco procedente del sur:

(...) también hay otra cosa notable, que es haber un viento solo por esta costa, que es el sur; el cual, aunque en otras regiones sea húmido y atrae lluvias, en ésta no lo es; y como no halle contrario, reina a la continua por aquella costa hasta cerca de Tumbes; y de allí adelante, como hay otros vientos, saliendo de aquella constelación de cielo, llueve y viene ventando con grandes aguaceros.⁷¹

Esta descripción de Cieza de León sobre la circulación de las masas de aires frías procedentes del sur también fue reconocida por José de Acosta:

⁶⁹ Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, p. 260.

⁷⁰ Cobo, *Historia del Nuevo Mundo. Tomo I*, pp. 172-173.

⁷¹ Cieza de León, *La crónica del Perú*, p. 209.

Este pedazo de mundo, que se llama Perú, es de mas notable consideración, por tener propiedades muy extrañas, y ser cuasi excepcion de la regla general de tierras de Indias. Porque primero toda su costa no tiene sino un viento, y ese no es el que suele correr debajo de la Tórrida, sino su contrario, que es el sur y sudeste.⁷²

Esta explicación de Cieza de León, no obstante, fue considerada por José Muñoz como la primera teoría preliminar de la corriente de Humboldt: “la hoy llamada corriente de Humboldt, que impide las precipitaciones en el litoral del Perú, por lo que estimamos que se puede considerar a Cieza como el predescubridor de esta corriente y de sus efectos (...)”.⁷³ Aunque es indudable la contribución de Cieza de León sobre este particular, dicho cronista no fue consciente de la relación directa de aquel viento con la temperatura del océano pacífico. Además, según los hechos demostrados en páginas anteriores de este artículo, se ha dejado en claro que fue José de Acosta el primero en detectar la existencia de una diferencia sustancial en la temperatura de los océanos, y en especial al océano Pacífico, hecho que fue afirmado por Jorge Olcina Cantos: “El cronista está describiendo, sin saberlo, la existencia de la corriente marina fría del Perú, denominada corriente de Humboldt (...)”.⁷⁴ Sin embargo, en lo que sí acierta José Muñoz es en el reconocimiento de Cieza de León como el primer cronista en describir el fenómeno climático de una lluvia tenue, también conocida como “garúa”,⁷⁵ la que se da exclusivamente en los llanos del Perú.⁷⁶ Dicho fenómeno fue descrito por Cieza de León del modo siguiente: “(...) porque desde principio de octubre para adelante no llueve en todos los llanos si no es un tan pequeño rocío, que apenas en algunas partes mata el polvo (...)”.⁷⁷ Lo importante de esta afirmación, es que Cieza de León lo acompaña con una descripción sobre el modo en que se produce este fenómeno: “(...) en los llanos no es más de ver unas nieblas muy espesas, que parece que andan preñadas para llover mucho, y destilan, como tengo dicho, una lluvia tan liviana (...)”.⁷⁸ Este tipo de nieblas corresponden a “nieblas de enfriamiento”, las cuales:

(...) se forman por el refrescamiento del aire que circula sobre las aguas frías. Al deslizarse sobre las aguas frías, el aire cálido y seco pierde calor, alcanza el

⁷² Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, p. 255.

⁷³ Muñoz, “Los historiadores primitivos de indias y el pensamiento geográfico”, p. 165.

⁷⁴ Olcina, *Referencias atmosféricas...*, p. 24.

⁷⁵ Este término fue dado a conocer por José de Acosta. En sus palabras: “En la costa ó llanos nunca llueve, aunque á veces cae una agua menudilla, que ellos llaman garua, y en Castilla llovizna; y ésta á veces llega á unos goteroncillos de agua que cae (...)”. Véase: Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*, p. 257.

⁷⁶ Muñoz, “Los historiadores primitivos de indias y el pensamiento geográfico”, p. 165.

⁷⁷ Cieza de León, *La crónica del Perú*, p. 208.

⁷⁸ *Ibid.*, p. 209.

punto de rocío y condensa dando lugar a espesos bancos de niebla de temperatura bastante baja en relación con la latitud a la que se producen. Estos bancos de niebla penetran tierra adentro por efecto de circulación superficial de vientos (brisa marina) cubriendo la franja costera.⁷⁹

Lo importante del trabajo investigativo de Cieza de León fue que obtuvo toda su información mediante la recolección empírica de los datos. Este hecho fue dejado en claro por el propio Cieza de León en la descripción climática de la costa peruana: “(...) esto alcanzo por lo que he visto y notado delllo; quien hallare razones naturales, bien podrá decirlas, porque yo digo lo que vi, y no alcanzo otra cosa más de lo dicho”.⁸⁰

AL SUR DE LA ZONA TÓRRIDA: LAS PRIMERAS DESCRIPCIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA TEMPLADA SUDAMERICANA

Entre las diversas crónicas españolas de los siglos XVI y XVII que se han escrito sobre el clima de las provincias templadas del Nuevo Mundo, estas fundamentalmente se refieren a los territorios del hemisferio sur, particularmente a Chile y al Río de la Plata. Ante esto, solo se ha podido constatar dos fuentes históricas que abordan la descripción de los fenómenos climáticos de aquellas zonas: la crónica de Pedro Mariño de Lobera y la del jesuita Alonso de Ovalle, ambas referidas principalmente a Chile. Con relación al primero, es que, a pesar de ser muy reducida sus referencias al clima templado de Chile, se presenta una comparación entre el clima templado septentrional y meridional, en la que se deja constancia de la mejor benignidad del clima de la zona templada del hemisferio sur: “y se vé por experiencia que todos los lugares que están hacia esta parte del polo austral no son tan fríos como los septentrionales ni aun las tierras, que están dentro de la tórrida zona (...)”.⁸¹ Sin embargo, hay que tener en consideración que la obra de Mariño de Lobera fue editada por el jesuita Bartolomé de Escobar, lo que implicó que se diera en diversas partes del manuscrito la presencia de su intervención discursiva, por lo que “Esta circunstancia y método dual, por así decirlo, tiene la ventaja de ofrecer el doble prisma o visión de esta temprana historia de Chile que nacen de intereses diferentes, el militar y el religioso (...)”.⁸² Este hecho, sin embargo, permite entender que muchas de las descripciones naturalistas presentes en la obra de

⁷⁹ Gil y Olcina, *Climatología general*, p. 360.

⁸⁰ Cieza de León, *La crónica del Perú*, p. 209.

⁸¹ Mariño de Lobera, *Crónica del Reino de Chile*, p. 50.

⁸² Casanueva, “Crónica de una guerra sin fin: la “Crónica del Reino de Chile” del capitán Pedro Mariño de Lobera (1594)”, p. 122.

Mariño de Lobera provienen de la mano de Escobar, pues el mismo jesuita dejó entrever en el manuscrito su participación, ya que empleó como referencia la obra de José de Acosta para hacer aquellas secciones. Lo importante de este dato es que se puede constatar que el escrito de José de Acosta fue empleado como un documento de referencia obligada para los cronistas de la Compañía de Jesús.⁸³

(...) pero parecióme estar bien excusado de esto por haber salido ahora en nuestros tiempos un libro intitulado de natura novis orbis, escrito en latín y otro en romance que de las mesmas cosas desta América; los cuales por ser escritos por el padre Joseph de Acosta religioso de nuestra compañía de Jesus, perona que demas de su autoridad y letras en todas facultades, tiene tambien mucha experiencia de todo esto por haber andado tres veces todo el Perú en tres visitas que hizo siendo provincial, y haber últimamente pasado por la nueva España. Por lo cual remitiéndome a sus escritos pasaré al capítulo siguiente.⁸⁴

Dada la acendrada actividad intelectual y científica de la Compañía de Jesús en los primeros estudios climáticos del Nuevo Mundo,⁸⁵ no es de extrañar que la obra de Alonso de Ovalle sea el estudio más extenso, de que se tiene constancia, sobre las condiciones climáticas de la zona templada sudamericana. Es así que, en su crónica “Histórica Relación del Reino de Chile”, publicada en 1646, comienza su descripción del clima con la categorización climática elaborada por el cosmógrafo Pedro Apiano, ya que hace la referencia de que Chile se ubica en los climas tercero, cuarto y quinto:

Esta todo este Reyno en tercero, quarto y quinto clima, y assi la parte q cae en el tercero clima tiene el día, y la noche quado mas crecen trece horas, y la parte q cae en el quinto tiene catorce algo mas, al contrario de Europa por ser su opuesto auque no diametral.⁸⁶

⁸³ Otra de las obras naturalistas hechas por los jesuitas, que citan las ideas de Acosta para fundamentar sus propios estudios, es la crónica de Manuel Rodríguez titulada “El Marañon y Amazonas”, publicada en 1684. En ella, Rodríguez hizo la siguiente referencia del padre Acosta: “A la mucha altura de las Cordilleras, que parece las vaña la Region media de el ayre, lo atribuye el Padre Acosta en su historia natural, juzgándola muy fría por antiparitasi, y que por interpuesta entre la de el fuego, y la de los vapores calidos de la tierra, se congela allí la nieve. Véase: Rodríguez, *El Marañon y Amazonas*, p. 12.

⁸⁴ Mariño de Lobera, *Crónica del Reino de Chile*, p. 52.

⁸⁵ Esta actitud de la Compañía se debía a que los nuevos descubrimientos de la naturaleza del Nuevo Mundo “(...) no era más que un repertorio de significados simbólicos, y que su estudio e interpretación condicionaría, sin duda, a que se descifrasen los enigmas y secretos ocultos en el, así llamado, libro de la naturaleza”. Véase: Ledezma y Millones, “Introducción: los jesuitas y el conocimiento de la naturaleza americana”, p. 17.

⁸⁶ Ovalle, *Historica Relacion del Reyno de Chile*, p. 1.

Desde el punto de vista cosmográfico, los climas no refieren a las condiciones climáticas de una región propiamente tal, sino que es la división geométrica de paralelos entre una zona y otra, de norte a sur, según el día de mayor duración, existiendo una diferencia de media hora en cada clima. De este modo, los grados correspondientes de dichos climas fueron explicitados por el propio Alonso de Ovalle:

El Reyno de Chile ultimo remate de la Austral America, comienza del grado 25. al polo antartico, pasado el tropico de Capricornio; y corre de largo 500. leguas hasta el estrecho de Magallanes, que esta en 54. grados y la Tierra que llaman del fuego, que es la parte Austral del mismo estrecho hasta 59.⁸⁷

Sobre el régimen climático de Chile, Alonso de Ovalle hizo la importante aportación de observar que el periodo de lluvias en Chile es contrario al del clima tropical. Es decir, las lluvias se dan en invierno al igual que en Europa: “(...) Chile tiene como Europa sus seis meses de Primavera, y el estio, y otros seis de Otoño, y himbierno; no llueve el Verano sino el Himbierno (...)”.⁸⁸ Sin embargo, Ovalle constató que las provincias orientales de Cuyo, Tucumán y Buenos Aires, que a pesar de estar dentro del mismo rango latitudinal que Chile, estas no tienen sus lluvias en invierno, sino en el periodo primavera-verano: “Lo que mas admira es, que estando las tierras de Cuyo, Tucuman y Buenosayres en la mesma altura que la de Chile, se diferencien tanto de su clima, y del de Europa (...)”.⁸⁹ Esta diferencia en el régimen climático, Ovalle lo fundamenta, al igual que Cieza de León y José de Acosta, en la corriente de aire procedente del sur: “es muy sabido el que todos comúnmente le dan llamándole mar del Sur, por estar recostado a aquella parte del polo antartico de donde sopla comúnmente el viento (...)”.⁹⁰

CONCLUSIONES

El clima del Nuevo Mundo no solo fue una evidencia geográfica y climática para refutar las teorías de la innegable habitabilidad de la zona tórrida y del buen clima de la zona templada, sino que también fue lo que impulsó el desarrollo de las primeras teorías climáticas de carácter científico en el ámbito intelectual español y europea para debatir la clasificación de zonas climáticas por paralelos.

⁸⁷ *Ibidem*.

⁸⁸ *Ibid.*, p. 3.

⁸⁹ *Ibidem*.

⁹⁰ *Ibid.*, p. 36.

En este sentido, los principales descubrimientos, como quedó en evidencia a lo largo de este trabajo, fueron fundamentalmente desarrollados por los intelectuales de la Compañía de Jesús, y en particular por dos cronistas: José de Acosta y Bernabé Cobo, de los cuales pueden deducirse importantes teorías climáticas de la actualidad como lo son el efecto moderador del clima de los océanos, la teoría de la gradiente vertical de temperatura y la variabilidad de la presión atmosférica según la altitud. Sobre esta última, resalta la anómala teoría de Alonso de Fuentes, ya que expresó que la densidad del aire era el factor causal del descenso de la temperatura a medida que se asciende en altitud en las altas cumbres. Al respecto, no ha sido posible encontrar referentes intelectuales que hayan aplicado dicha teoría para el ámbito americano. Además, y en términos generales, la ciencia climática desarrollada por los cosmógrafos y cronistas de indias en los siglos XVI y XVII ha sido insuficientemente estudiada, inclusive para el propio caso de figuras tan notables como los ya mencionados José de Acosta y Bernabé Cobo. Aunque el primero ha recibido una gran recepción, el segundo no ha sido considerado en el plano de los estudios climáticos.

También es importante remarcar la determinante influencia intelectual de José de Acosta en todos los posteriores cronistas que se dedicaron al estudio y descripción del clima, especialmente en los jesuitas que fueron los que concentraron la actividad en este periodo. En ese sentido, los estudios climáticos de Pedro Mariño de Lobera (entiéndase el jesuita Bartolomé de Escobar), Bernabé Cobo y Manuel Rodríguez, son un ejemplo de ello. Para el caso de Ovalle, no se tiene constancia alguna, pero no es motivo para negar aquella posibilidad, dado que también perteneció a la Compañía de Jesús, por lo que debía estar enterado de la existencia de aquella importante obra, sobre todo por haber contribuido con datos climáticos que José de Acosta no tuvo en consideración.

Si bien, la instrumentalización meteorológica no estuvo disponible para los antecedentes recabados por las investigaciones realizadas por los padres Acosta, Cobo, entre otros nombrados en este ensayo, la información recopilada y las teorías analizadas nos demuestran que se generó ciencia en el Nuevo Mundo aparte de las connotaciones religiosas que imperaban en la época y que injertaron una interpretación equívoca de estos escritos. Aunque se distingue y se expresa en diferentes documentos el inquisitorial acceso a la publicación tanto imperial, religioso, económico y de intereses que definía la divulgación de un estudio y, por ende, el conocimiento mayor de uno o de otro, el acceso hoy de este tipo de fuentes abre a un conocimiento de teorías para la historia natural, científica y geográfica de nuestra región americana.

FUENTES CONSULTADAS

- Acosta, Joseph de, *Historia Natural y Moral de las Indias. Tomo Primero*. Madrid, Ramón Anglés impresor, 1894.
- Apiano, Pedro, *La cosmographia. Anvers*, por Iuan Bellero al Aguila de Oro, 1575.
- Castro, Pedro de, *Causas eficientes y accidentales del Fluxo y Refluxo del Mar*, Madrid, En la Imprenta de Manuel Ruiz de Murga, 1694.
- Cieza de León, Pedro de, *La crónica del Perú*, Madrid, Calpe, 1922.
- Cobarruvias Orozco, Sebastián, *Tesoro de la Lengua Castellana o Española*, Madrid, Luis Sánchez, 1611.
- Cobo, Bernabé, *Historia del Nuevo Mundo. Tomo I*, Sevilla, Imp. de E. Rasco, 1890.
- Estrabón, Geografía. Libros I-II, Madrid, Editorial Gredos, 1991.
- Fernández de Oviedo y Valdés, Gonzalo, *Historia General y Natural de las Indias, Islas y Tierra-Firme del Marco Océano. Tomo IV*, Madrid, Imprenta de la Real Academia de la Historia, 1855.
- Fuentes, Alonso de, *Summa de philosophia natural, en la qual assi mismo se tracta de astrulugia y astronomía, y otras sciencias*, 1547.
- López de Velasco, Juan, *Geografía y descripción universal de las Indias*, Madrid, Establecimiento Tipográfico de Fortanet, 1894.
- Mariño de Lovera, Pedro, *Crónica del Reino de Chile, Colección de Historiadores de Chile y Documentos Relativos a la Historia Nacional. Tomo VI*, Santiago, Imprenta del Ferrocarril, 1865.
- Martínez, Enrico, *Repertorio de los tiempos, y historia natural desta Nueva España*, México, en la Empronta del mismo autor, 1606.
- Ovalle, Alonso de, *Historica Relacion del Reyno de Chile*, Roma, por Francisco Caballo, 1646.
- Pérez de Moya, Juan, *Tratado de Astronomía, y Cosmographia, y Philosophia Natural*, Alcalá, Por Juan Cracian, 1573.
- Plinio El Viejo, *Historia Natural. Libros I-II*, Madrid, Editorial Gredos, 1995.
- Pomponio Mela, *Compendio Geográfico i Historico de el Orbe Antiguo*, Madrid, Lo Imprimió Diego Díaz de la Carrera, 1644.
- Real Academia Española, *Diccionario de Autoridades. Diccionario de la lengua castellana, en que se explica el verdadero sentido de las voces, su naturaleza y calidad, con las phrases o modos de hablar, los proverbios y refranes, y otras cosas convenientes al uso de la lengua*, Madrid, Real Academia Española, 1729, Tomo II (<https://apps2.rae.es/DA.html>).
- Rebullosa, Jaime, *Descripcion de todas las provincias y reynos del mundo, sacada de las relaciones Toscanas de Juan Botero Benes*. Barcelona: por Gabriel Graells y Giraldo Dotil, 1603.
- Rodríguez, Manuel, *El Marañon y Amazonas. Historia de los Descubrimientos, entradas, y reducción de naciones. Trabajos de algunos conquistadores, y dichosos de otros, assi temporales, como espirituales, en las dilatadas montañas, y mayores ríos de la America*, Madrid, Imprenta de Antonio González de Reyes, 1684.
- Sacrobosco, Juan de, *La Sphera*, Valladolid, por Adrian Ghema, 1567.
- Santa Cruz, Alonso de, *Islario General de Todas las Islas del Mundo*. Madrid: Imprenta del Patronato de Huérfanos de Intendencia e Intervención Militares, 1918.

Sesse, Josepe de, *Libro de la Cosmographia Universal del Mundo, y particular descripción de la Syria y tierra Santa, Zaragoza*, por Juan de Larumbe, 1619.

REFERENCIAS

- Casanueva, Fernando, “Crónica de una guerra sin fin: la “Crónica del Reino de Chile” del capitán Pedro Mariño de Lobera (1594)”, *Bulletin Hispanique*, tomo 95, núm. 1, 1993, pp. 119-147. DOI: <https://doi.org/10.3406/hispa.1993.4787>
- Crespo Sanz, Antonio y Fernández Wyttenbach, Alberto, “¿Cartografía antigua o Cartografía histórica?”, *Estudios Geográficos*, vol. LXXII, núm. 271, 2011, pp. 403-420. DOI: <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201115>
- Gil, Antonio y Olcina, Jorge, *Climatología general*, Barcelona, Editorial Ariel, 1997.
- Ledezma, Domingo y Millones, Luis, “Introducción: los jesuitas y el conocimiento de la naturaleza americana” en Ledezma, Domingo y Millones, Luis, *El saber de los jesuitas, historias naturales y el Nuevo Mundo*, Frankfurt-Madrid, Vervuert-Iberoamericana, 2005, pp. 9-26.
DOI: <https://doi.org/10.31819/9783964563989-002>
- León, Miguel, “Aspectos geológicos en la historia del Nuevo Mundo (1653) de Bernabé Cobo”, *Revista de la Sociedad Geológica de España*, vol. 30, núm. 2, 2017, pp. 65-78.
- López Medel, Tomás, *De los Tres Elementos, Tratado sobre la Naturaleza y el hombre del Nuevo Mundo*, Madrid, Alianza Editorial, 1990.
- Millones-Figueroa, Luis, “La historia natural del padre Bernabé Cobo. Algunas claves para su lectura”, *Colonial Latin American Review*, vol. 12, núm. 1, 2003, pp. 85-97. DOI: <https://doi.org/10.1080/10609160302337>
- Muñoz, José, “Los historiadores primitivos de indias y el pensamiento geográfico” en Francisco Solano y Fermín del Pino, *América y la España del siglo XVI. Tomo I*, Madrid, Instituto Gonzalo Fernández de Oviedo, 1982, pp. 133-188.
- Olcina, Jorge, “El clima: factor de diferenciación espacial. Divisiones regionales del mundo desde la Antigüedad al s. XVIII”, *Investigaciones Geográficas*, núm. 15, 1996, pp. 79-98. DOI: <https://doi.org/10.14198/INGEO1996.15.07>
- Olcina, Jorge, “Referencias atmosféricas y avances para la ciencia climática en la obra de José de Acosta”, *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. XVIII, núm. 478, 2014, pp. 1-42.
- Portuondo, María, *Ciencia secreta. La cosmografía renacentista en la época de los descubrimientos*, España, Iberoamérica, 2013.
- Sánchez, Antonio, *La espada, la cruz y el Padrón: soberanía, fe y representación cartográfica en el mundo ibérico bajo la Monarquía Hispánica, 1503-1598*, Madrid, CSIC, 2013.
- Strahler, Arthur y Strahler, Alan, *Geografía Física*, Barcelona, Ediciones Omega, 2013.
- Valenzuela, Luis, *Chile en el Imago Mundi. La Domesticación del imaginario a través de la representación cartográfica de los siglos XVI y XVII*, Mauritius, Editorial Académica Española, 2020.