

Francisco de Salinas. Música, teoría y matemática en el Renacimiento

Amaya García Pérez
Paloma Otaola González
(coords.)



Ediciones Universidad
Salamanca

1218 OFICINA DEL
VIII CENTENARIO
2018

SEPARATA

ANA MARÍA CARABIAS TORRES
y BERNARDO GÓMEZ ALFONSO
Francisco de Salinas y el calendario gregoriano



FRANCISCO DE SALINAS

Música, teoría y matemática
en el Renacimiento

AMAYA GARCÍA PÉREZ
Y
PALOMA OTOOLA GONZÁLEZ
(COORDS.)

FRANCISCO DE SALINAS
Música, teoría y matemática
en el Renacimiento

ANA MARÍA CARABIAS TORRES
Y BERNARDO GÓMEZ ALFONSO

FRANCISCO DE SALINAS
Y EL CALENDARIO GREGORIANO



EDICIONES UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

COLECCIÓN VIII CENTENARIO, 12

© de esta edición:
Ediciones Universidad de Salamanca y los autores

© de las imágenes:
sus autores y propietarios

1.ª edición: 2014

ISBN: 978-84-9012-406-2 (PDF)

Ediciones Universidad de Salamanca
<http://www.eusal.es>
eusal@usal.es

Oficina del VIII Centenario Salamanca 2018
<http://centenario.usal.es>
centenario@usal.es

Motivo de cubierta:
El tañedor de laúd, Caravaggio, 1595.



Diseño y realización de la cubierta:
Egido Pablos Comunicación Gráfica

Maquetación y realización de interiores:
Intergraf
intergraf@intergraf.es

Hecho en España-Made in Spain

*Todos los derechos reservados.
Ni la totalidad ni parte de este libro
puede reproducirse ni transmitirse
sin permiso escrito de
Ediciones Universidad de Salamanca.*



CEP. Servicio de Bibliotecas

Texto (visual) : electrónico

FRANCISCO de Salinas [Recurso electrónico] : música, teoría y matemática en el Renacimiento / Amaya García Pérez y Paloma Otaola González (coords.).—1.ª ed. electrónica.—Salamanca : Ediciones Universidad de Salamanca, 2014
290 p.—(VIII Centenario ; 12)
1. Salinas, Francisco, 1513-1590—Crítica e interpretación. I. García Pérez, Amaya Sara, 1976-, editor de la compilación. II. Otaola, Paloma, editor de la compilación.
78 Salinas, Francisco

Índice General

CARLOS M. PALOMEQUE LÓPEZ
Director de la Oficina del VIII Centenario Salamanca 2018
La «música extremada» de Francisco de Salinas
[11-13]

AMAYA GARCÍA PÉREZ
Introducción
[15-18]

1
CARLOS CALDERÓN URREIZTIETA
Experiencia estética y formulación científica: dos casos de estudio
[19-43]

2
J. JAVIER GOLDÁRAZ GAÍNZA
La teoría armónica después de Francisco de Salinas
[45-60]

3
AMAYA GARCÍA PÉREZ
El temperamento igual en los instrumentos de cuerda con trastes
[61-89]

4
ALFONSO HERNANDO GONZÁLEZ
Las matemáticas en la obra de Francisco de Salinas
[91-115]

ÍNDICE

5

ANA MARÍA CARABIAS TORRES Y BERNARDO GÓMEZ ALFONSO
Francisco de Salinas y el calendario gregoriano
[117-145]

6

GIUSEPPE FIORENTINO
Canto llano, canto de órgano y contrapunto improvisado:
el currículo de un músico profesional en la España del Renacimiento
[147-160]

7

ASCENSIÓN MAZUELA-ANGUITA
La educación musical en la España del siglo XVI
a través del *Arte de canto llano* (Sevilla, 1530) de Juan Martínez
[161-171]

8

PALOMA OTAOLA GONZÁLEZ
A los deseosos de saber el arte de la música práctica y especulativa:
la figura del autodidacta en el siglo XVI
[173-187]

9

CRISTINA DIEGO PACHECO
El léxico musical del Renacimiento: premisas para un estudio
[189-203]

10

NICOLAS ANDLAUER
Los ejemplos musicales en el *De Musica* de Francisco de Salinas:
una introducción
[205-217]

11

FERNANDO RUBIO DE LA IGLESIA
Las melodías populares en *De Musica libri septem*, de Francisco de Salinas:
estudio comparado de algunos ejemplos
[219-253]

ÍNDICE

12

FRANCESC XAVIER ALERN

Música *ficta*: de los tratados musicales a las tablaturas
[255-266]

13

CHRISTOPHE DUPRAZ

The erudition of Pedro Cerone:
about some non-musical sources of *El melopeo y maestro* (1613)
[267-287]

Créditos de procedencia de las imágenes
[289-290]

La «música estremada» de Francisco de Salinas

DON RIGOBERTO, ese culto y atildado personaje de *El héroe discreto* (2013) de Mario Vargas Llosa —aparecido ya en su *Elogio de la madrastra* (1988) y continuado en su peripecia literaria en *Los cuadernos de don Rigoberto* (1997)—, se había levantado de madrugada el día de su ansiado viaje familiar a Europa. Las maletas estaban preparadas desde la tarde anterior, esparcidas a lo largo de los pasillos y recibidores de la casa. Lucrecia dormía apaciblemente ajena al ajeteo que estaba por venir. Y el movimiento del mar sonaba repetitivo sobre la costa de Barranco, el barrio de Lima en que por fortuna vivían.

Todavía en pijama y zapatillas, a la espera de que el servicio dispusiese el desayuno esperado, seguramente a base de café, zumos diversos y tostadas con mantequilla, además de bollería fina, don Rigoberto se deslizó con parsimonia hacia su escritorio en busca de la estantería donde guardaba los libros de poesía. Allí encontró el poemario de fray Luis de León que requería y halló también al instante entre sus páginas la oda que este había dedicado al músico ciego Francisco de Salinas —«El ayre se serena / y viste de hermosura y luz no usada, / Salinas, quando suena / la música estremada / por vuestra sabia mano gobernada...», etc.—. Leyó despacio el poema, recordado la víspera en la duermevela y tantas veces frecuentado por él desde antaño, no pudiendo por menos que confirmar también ahora lo que siempre había sentido:

Era el más hermoso homenaje dedicado a la música que conocía —Vargas Llosa ponía estas bellas palabras en el pensamiento de nuestro hombre—, un poema que, a la vez que explicaba esa realidad inexplicable que es la música, era él mismo música. Una música con ideas y metáforas, una alegoría inteligente de un hombre de fe, que, impregnando al lector de esa sensación inefable, le revelaba la secreta esencia trascendente, superior, que anida en algún rincón del animal humano y solo asoma a la conciencia con la armonía perfecta de una

LA «MÚSICA EXTREMADA» DE FRANCISCO DE SALINAS
MANUEL CARLOS PALOMEQUE

hermosa sinfonía, de un intenso poema, de una gran ópera, de una exposición sobresaliente. Una sensación que para Fray Luis, creyente, se confundía con la gracia y el trance místico.

Se preguntaba a continuación don Rigoberto: «¿Cómo sería la música del organista ciego al que Fray Luis de León hizo ese soberbio elogio?» Realmente, recordaba y se lamentaba al tiempo, «nunca la había oído». Y, ahí está, le vino de repente la luz y un propósito apetecible, «ya tenía una tarea por delante en su estancia madrileña: conseguir algún CD con las composiciones musicales de Francisco de Salinas», porque, seguía tramando, «alguno de los conjuntos dedicados a la música antigua —el de Jordi Savall, por ejemplo— habría consagrado un disco a quien inspiró semejante maravilla».

No sabía don Rigoberto, sin embargo, que no se conserva partitura musical alguna de Francisco de Salinas (¡ay!) y tampoco, por lo mismo, se dispone de grabación discográfica de su música, por lo que, a salvo de un hallazgo venidero y acaso improbable, estamos condenados a no poder disfrutar de su «música extremada» (fray Luis *dixit*), tal como sus contemporáneos sí hicieron y se maravillaron con sus notas engarzadas, de lo que la prodigiosa oda de fray Luis de León, su amigo y compañero de cátedra en el Estudio salmanticense, da cuenta para la eternidad.

Sí disponemos felizmente, en cambio, de las aportaciones teóricas del maestro Salinas, «el abad Salinas, el ciego, el más docto varón de música especulativa que ha conocido la Antigüedad», como Vicente Espinel acertaba a expresar por boca del escudero Marcos de Obregón en sus famosas *Relaciones* de la vida de este (1618). Y, por todas ellas, de su magna *De Musica libri septem* (Siete libros sobre la Música), monumental tratado de armonía y teoría rítmica, escrito en latín y publicado en 1577 en la imprenta de Matías Gast de Salamanca —«Salmanticae, excudebat Mathias Gastius»—, del que la Oficina del VIII Centenario ha llevado a cabo recientemente una primorosa edición facsímil —permítaseme la justificada satisfacción— a partir del ejemplar que nuestra Biblioteca General Histórica conserva.

La Universidad de Salamanca, y la Oficina del VIII Centenario en su nombre, ha querido hacer de este 2013 que nos acaba de dejar el «Año Salinas de la Música», con el gratísimo encargo de conmemorar el quinto centenario del genial burgalés —«Francisci Salinae Burgensis»—, afamado organista y gran teórico que ocupaba en 1567 la cátedra de Música del Estudio, después de haber permanecido veinte años entre Nápoles, Florencia y, sobre todo, Roma, y completado de modo extraordinario su formación primera adquirida en las aulas salmantinas. Y numerosas han sido, por cierto, las actividades con que hemos traducido esta celebración, desde la divulgación de las músicas del tiempo de Salinas en conciertos y recitales —por todos, el excelente ciclo *Suene vuestro son en mis oídos. Músicas del tiempo de Francisco de Salinas, 1513-1590*, que pudo disfrutarse en el Aula Salinas y la Real Capilla de San Jerónimo de las Escuelas Mayores y en la Capilla del Colegio del Arzobispo Fonseca, a lo largo de los meses de junio y julio—, hasta la publicación de estudios sobre las más relevantes páginas de la historia musical de nuestra Academia, como el *Catálogo del Archivo de música de la Capilla de la Universidad*

LA «MÚSICA EXTREMADA» DE FRANCISCO DE SALINAS
MANUEL CARLOS PALOMEQUE

de Salamanca, a cargo de Bernardo García-Bernalt Alonso, o, claro es, la edición facsimilar referida de los *Siete libros* del propio Francisco de Salinas.

Ahora, la Colección VIII Centenario de Ediciones Universidad de Salamanca se complace también en albergar en su seno —esta vez con el número 12 de la serie— la publicación electrónica del libro colectivo *Francisco de Salinas. Música, teoría y matemática en el Renacimiento*, que ha sido preparado bajo la coordinación científica de Amaya García Pérez y Paloma Otaola González. Se recogen en él, así pues, las ponencias que fueron defendidas en el simposio internacional que, con el título «Francisco de Salinas (1513-2013). Teoría musical en el Renacimiento», tenía lugar en la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Salamanca, durante los días 15 y 16 de marzo de 2013 y la dirección de la profesora de Musicología Amaya García Pérez, y en cuya sesión de inauguración tuve precisamente la suerte de hablar.

Tras una «introducción» a cargo de esta, en que se da cuenta del objetivo del libro, de su estructura y contenido, las trece contribuciones incorporadas a sus páginas —entre las que se encuentran, por lo demás, textos de ambas coordinadoras— abordan desde perspectivas diversas un doble asunto de interés común que suscita el título de la obra: uno, la teoría musical y matemática en el Renacimiento, en general; y dos, la propia obra teórica de Francisco de Salinas dentro de este ámbito histórico, en particular.

Han interesado en el primero, en suma, cuestiones relativas a las relaciones entre ciencia y música, la teoría armónica, el uso del temperamento igual en los instrumentos de cuerda con trastes, la educación y práctica docente musical —el currículo de músico profesional y la figura del autodidacta—, el discurso y la retórica en los textos musicales o, en fin, los tratados musicales —de los tratados a las tablaturas y una consideración singular de *El melopeo y maestro* de Pedro Cerone, publicado en 1613—. En tanto que, por lo que atañe a la propia obra teórica de Salinas, se pasa revista de modo sucesivo a la formación matemática del Maestro, a su presencia en el debate sobre la reforma del calendario gregoriano, al tratamiento que llevó a cabo de los ejemplos musicales en su *De Musica libri septem*, y, por último, a la recepción en esta de las melodías populares.

A fin de cuentas, un libro delicioso desde luego para iniciados en estas materias, pero también para quienes, sin serlo, gusten de acercarse a uno de los capítulos más bellos de nuestra cultura. Bienvenido sea por ello a nuestra Colección del VIII Centenario, que desde luego no es mal sitio.

Salamanca, 24 de febrero de 2014

MANUEL CARLOS PALOMEQUE
Director de la Oficina del VIII Centenario Salamanca 2018

Introducción

NO HA SIDO FÁCIL encontrar un título para este conjunto de propuestas. Y, sin embargo, para cualquiera que se acerque a él le resultará evidente el nexo que las une, que intentaremos hacer explícito en estas páginas preliminares.

Es esta una publicación multidisciplinar —como también lo fue Francisco de Salinas, autor al que queremos rendir homenaje en el quinto centenario de su nacimiento—, que viene a completar el trabajo científico llevado a cabo en el Simposio Internacional «Francisco de Salinas (1513-2013). Teoría musical en el Renacimiento», celebrado en la Universidad de Salamanca durante los días 15 y 16 de marzo de 2013.

Francisco de Salinas fue el más importante catedrático de Música del Estudio salmantino. Su famoso tratado *De Musica libri septem*, publicado en Salamanca en 1577, supone un culmen en los estudios sobre teoría armónica y rítmica del Renacimiento. En él se presenta una de las exposiciones más clarividentes del problemático tema de la afinación, por supuesto tratado desde la matemática, como exigía la música *quadrivial* del momento. Pero también presenta una coherente teoría rítmica que expone con numerosos ejemplos musicales dignos de análisis. No obstante, Salinas no fue solo un teórico de la música. Su faceta como docente es evidente en su papel en la institución salmantina. Así mismo, su vertiente matemática (aunque sea de forma colateral) también es muy interesante. En este volumen se abordan, pues, múltiples temas, todos ellos relacionados, de una u otra forma, con los variados papeles que interpretó Francisco de Salinas en su vida: músico, teórico, docente, matemático.

Como ya hemos dicho, Salinas se dedicó al estudio en profundidad de la ciencia armónica matemática, tal y como se entendía en el Renacimiento. Esta teoría armónica, de la que el maestro ciego es un eslabón fundamental, aparece tratada, desde diferentes puntos de vista, en los tres primeros trabajos de esta publicación.

INTRODUCCIÓN
AMAYA GARCÍA PÉREZ

El de Carlos Calderón profundiza en las complejas relaciones entre ciencia y música que se empiezan a producir en el Renacimiento y que darán lugar a la Revolución Científica, centrándose para ello en dos casos: las teorías astronómico-musicales de Kepler y el monocordio como instrumento científico. Por otra parte, Calderón propone una original visión del cambio de paradigma científico que se produce en esta época. Para este autor la ciencia sufre una progresiva *anesthis*, va perdiendo su cualidad estética en favor de la pura matematización de la realidad.

El que firma Javier Goldáraz plantea un recorrido por la teoría armónico-acústica desde Salinas hasta Helmholtz, padre de la psicoacústica moderna. En su contribución, Goldáraz desgana cómo se va instalando el nuevo paradigma físico que la Revolución Científica impone en la música. En este sentido, se plantea el efecto que descubrimientos como la serie de armónicos, o los batimientos que se producen entre parciales armónicos próximos, tuvieron sobre la evolución de la ciencia armónica en un momento en el que la acústica va naciendo como disciplina progresivamente diferenciada.

Dentro de la teoría armónica del siglo XVI destaca el tema de la afinación, uno de los grandes problemas teóricos a los que se enfrentaban los músicos de la época. Salinas puso algo de luz sobre este asunto y planteó, además, una de las primeras descripciones pormenorizadas y matemáticamente correctas del temperamento igual. El artículo que yo misma firmo analiza las evidencias del uso del temperamento igual en los instrumentos de cuerda con trastes, antes y después de la exposición de Salinas. Por otra parte, también cuestiona el uso que hoy en día hacen los intérpretes profesionales de estos instrumentos aplicando los temperamentos mesotónicos.

Íntimamente ligadas a la teoría armónica se encuentran las cuestiones matemáticas. Como ya hemos mencionado, Salinas también presenta una importante faceta matemática que se puede rastrear en su *De Musica libri septem*, donde plantea algunas cuestiones que, en ocasiones, nada tienen que ver con el estudio de la música. Sobre el uso de la matemática por parte de nuestro autor nos informa Alfonso Hernando. Para Hernando, la obra de Salinas proporciona buenos ejemplos de ese tránsito que se produce en esta época entre la numerología y la modernidad. Por otra parte, también nos explica cómo el tratado de Salinas es una de las primeras obras publicadas en España en la que aparece el llamado «triángulo de Pascal». En la presentación y el estudio sobre las propiedades matemáticas de este triángulo, Salinas se nos muestra como un intelectual interesado no solo en temas musicales, sino también en otras cuestiones matemáticas que poco o nada tienen que ver con la música.

Ese interés de Salinas por cuestiones matemáticas no estrictamente musicales se puede observar también en un manuscrito suyo, recientemente descubierto, dedicado a la reforma del Calendario Gregoriano, que tuvo lugar en el año 1582. El artículo de Ana Carabias y Bernardo Gómez analiza este escrito, que demuestra un gran conocimiento de astronomía, así como una gran capacidad de abstracción y cálculo mental, por parte de Salinas. A su vez, este manuscrito abre nuevas vías de trabajo sobre nuestro autor, ya que parece apuntar a la posible dedicación de

INTRODUCCIÓN
AMAYA GARCÍA PÉREZ

Salinas al cómputo eclesiástico en la Universidad salmantina, algo que había sido mencionado en algunas biografías antiguas del músico pero que hasta el momento no ha sido estudiado.

Dos capítulos nos informan sobre la práctica docente de la música en el Renacimiento, práctica a la que también se dedicó Francisco de Salinas, en tanto que catedrático del claustro salmantino. El de Giuseppe Fiorentino se centra en la enseñanza en las capillas musicales de las catedrales españolas renacentistas. Los seis de los coros catedralicios recibían formación en «canto de órgano», «canto llano» y «contrapunto», materias que también componían el currículo de la parte práctica de la disciplina Música en la Universidad de Salamanca, y que, por tanto, también fueron impartidas por Francisco de Salinas. Fiorentino nos muestra a qué exactamente hacían referencia estos tres términos que tan frecuentemente aparecen en los documentos de la época.

En su contribución, Ascensión Mazuela se centra en uno de los textos más difundidos en estas capillas catedralicias y en otras instituciones de la época para la enseñanza de la práctica musical. El tratado de Juan Martínez fue el que más veces se publicó en el mundo hispano-luso renacentista, lo que evidencia su uso constante como manual de enseñanza. Asimismo, aparece relacionado con las universidades de Alcalá y Coímbra, donde probablemente fue utilizado como libro de texto en la enseñanza de la música práctica. Al parecer fue editado dos veces en Salamanca, aunque no se conserva ningún ejemplar de dichas ediciones.

La otra vertiente del aprendizaje musical en el Renacimiento es el autodidacta. Paloma Otaola nos presenta una interesante aportación sobre esta cuestión, muy común en el mundo musical del siglo XVI. Así mismo, la figura del autodidacta no se puede comprender sin una reflexión sobre el extraordinario desarrollo de la imprenta —y por tanto de la impresión de libros de música— y el igualmente extraordinario desarrollo de la teoría musical de la época. El mismo Salinas parece haber sido un autodidacta, al menos en cuestiones teóricas.

Por otra parte, el Renacimiento es una época en la que la retórica es fundamental para el discurso intelectual. Dos trabajos en este volumen giran en torno al discurso y la retórica en los textos musicales renacentistas. El de Cristina Diego es una propuesta de aplicación de la lexicología al estudio del léxico musical del Renacimiento, en la que se plantea la reflexión sobre los términos musicales en castellano utilizados en esta época. De esta manera se plantea el porqué del nacimiento de un vocablo, su mantenimiento o su desaparición, entre otras cuestiones, para responder a temas más amplios, como las implicaciones del uso del vocabulario musical en la sociedad renacentista y cómo aquel ilustra también los conceptos de dicha sociedad.

El texto de Nicolas Andlauer versa sobre el uso de la retórica, en este caso a través de los ejemplos musicales de los tres últimos libros del tratado de Salinas, que tienen para Andlauer el doble papel de «ilustrar y comprobar» (*ostendere et demonstrare*) las inducciones y deducciones de la razón lógica aplicada al *ars musica*. Así mismo, Andlauer destaca la modernidad estética de la obra de Salinas, al constituir estos mismos ejemplos un reflejo de la imbricación de las culturas oral y

INTRODUCCIÓN
AMAYA GARCÍA PÉREZ

escrita de su tiempo. De esta forma, se trasciende la tradicional consideración de Salinas como un folklorista *per accidens*, para reinterpretar los ejemplos musicales como parte de su discurso retórico.

Sobre los ejemplos de Salinas escribe también Fernando Rubio, quien traza lazos de conexión entre estos ejemplos y obras musicales impresas conservadas de la época. Los múltiples cancioneros y libros de vihuela del momento son relacionados con estos ejemplos, proporcionándonos una visión complementaria a la propuesta de Andlauer. Salinas se nutre del repertorio popular, cosa que era frecuente también entre los compositores cultos de la época. Sin embargo, el tratamiento que hace nuestro autor de ese repertorio es claramente diferente del que llevan a cabo los compositores. Salinas tiene un afán meramente didáctico mientras que los músicos cultos renacentistas encuentran en esas melodías populares una fuente de inspiración. En ninguno de los dos casos hay un interés de recopilación folklórica.

Los tratados musicales renacentistas son estudiados en los dos últimos capítulos de este libro de forma diversa. Xavier Alern propone un estudio de la música *ficta* a partir no solo de los tratados de la época (que es lo que tradicionalmente se ha hecho) sino utilizando también los libros de vihuela como fuente. De esta forma, uniendo el mundo de la teoría musical presente en los tratados, y el mundo de la práctica musical presente en las tablaturas de vihuela, Alern consigue abrir nuevas vías de estudio en un tema tan controvertido como es el de la música *ficta*.

Cierra el volumen Christophe Dupraz, que se centra en el estudio de otro tratado fundamental para comprender la teoría musical renacentista en España: *El melopeo y el maestro* de Pietro Cerone. Dupraz investiga las fuentes teóricas no musicales que Cerone parece haber trabajado en la elaboración de su tratado, haciendo hincapié en la dificultad de este estudio debido a los múltiples niveles de citación que podemos ir rastreando en el tiempo. Cerone se nos muestra como un autor de impresionante erudición.

AMAYA GARCÍA PÉREZ

Francisco de Salinas y el calendario gregoriano¹

ANA MARÍA CARABIAS TORRES
anacarabias@usal.es

Universidad de Salamanca

BERNARDO GÓMEZ ALFONSO
gomezb@uv.es

Universitat de Valencia

1. EL CONTEXTO DE LAS ANOTACIONES DE SALINAS SOBRE LA REFORMA DEL CALENDARIO. EL PROBLEMA DE LA MEDIDA DEL TIEMPO EN EL RENACIMIENTO

EL OBJETIVO DE ESTE TRABAJO es analizar el comentario elaborado por Francisco de Salinas sobre la reforma del calendario gregoriano, establecido por el papa Gregorio XIII en 1582, después de un dilatadísimo proceso de estudios matemáticos y astronómicos llevados a cabo en toda Europa a lo largo de quince siglos.

A mediados del siglo XVI no había en todo el orbe cristiano problema científico más debatido que la reforma del calendario. Esta cuestión derivaba de un interés estrictamente religioso, pues de lo que se trataba era de regular y unificar la celebración de la fiesta de la Pascua. Para ello se necesitaba primero establecer una medida astronómica «exacta» de la duración del día y del año, más que la del mes,

¹ Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación, titulado «La difusión del conocimiento matemático en el nacimiento de la imprenta: descripción y análisis comparado de aritméticas del siglo XVI escritas en castellano», referencia: EDU2011-27168.

aunque también esta magnitud resultara un elemento no desdeñable de la configuración de un calendario perfecto.

En la época de Salinas el debate sobre la duración del año se veía mediatizado tanto por la inexactitud de los aparatos mecánicos usados para tal fin, como por las diferentes formas de cómputo (en función de regiones y costumbres). En aquellos momentos el calendario romano era el medio más generalizado en Occidente para contabilizar el paso del tiempo. Este calendario había ido variando a lo largo de los siglos. En él originariamente el año era la sucesión de diez meses (de marzo a diciembre)²; de 29 y 30 días alternadamente; comenzaba el primer día de marzo («calendas») y cada mes se inauguraba con la Luna nueva, lapso de tiempo difícil de precisar en la Antigüedad debido a que, en ese momento, este satélite no es visible. El inicio del año que resultaba de este cómputo, más corto que el actual, iba adelantándose en relación con las estaciones, siendo responsabilidad de los sacerdotes la decisión de intercalar meses adicionales cuando intereses no siempre computacionales lo aconsejaban. En el 450 a. C. el calendario de Numa Pompilius estableció el año en 12 meses, poniendo los dos nuevos meses («ianuarius», dedicado a Jano y «februarius», de «februare», purificación) antes de marzo para que el año empezara en invierno en contra de lo que era costumbre de los antiguos que era que el año empezara en primavera, al parecer porque desde el solsticio de invierno el Sol vuelve a subir en nuestro hemisferio y los días empiezan a crecer. El nuevo año tenía 355 días, duración del año aún 11 días más corto que el ritmo natural de las estaciones, de manera que al cabo de tres años el invierno ya no empezaba a principios de enero, sino de febrero. Para compensar estos días de exceso del año solar respecto del lunar se mandó una intercalación después de febrero mediante la cual se asegurara que el invierno siempre empezara a principios de enero, pero distribuyó los días de un modo particular: un año sí y otro no, se intercalaba un mes decimotercero de 22 o 23 días alternativamente, llamado «Mercedinus» o «mensis intercalaris».

Un paso decisivo de este proceso acomodaticio se debió, como sabemos, a Julio César, quien, asesorado por el astrónomo alejandrino Sosígenes, en el año 46 a. C. decidió que los romanos utilizaran un calendario solar siguiendo el ejemplo de los egipcios, estableciéndose el año civil de 365 días en 12 meses. Aun así, había una diferencia de un cuarto de día entre este año civil de 365 días y el año solar de 365 días y 6 horas que, según sus cálculos, gastaba el Sol en dar una vuelta completa a la Tierra, de manera que cada cuatro años el año civil de 365 días empezaba un día antes que el año solar; para compensarlo estableció que hubiese un

2

Martius	Por Marte, el dios de la guerra	Sextus	El sexto mes
Aprilis	Por la diosa Afrodita o por la palabra aperire (abrir)	September	El séptimo mes
Maius	Por la diosa Maia	October	El octavo mes
Junius	Por el dios Juno	November	El noveno mes
Quintilis	El quinto mes	December	El décimo mes

año intercalar de 366 días cada cuatro años, llamado bisiestro³, en el que se añadía un día al mes de febrero. En este calendario no se tocó la correspondencia que había entre el principio del año, el principio del invierno, y la luna nueva que siguió aquel año al solsticio de invierno⁴.

Este calendario juliano era el vigente en el imperio romano cuando se produjo el nacimiento de Cristo, pero tras su Pasión y muerte los cristianos quisieron conmemorar este hecho anualmente en las fechas que los evangelios señalaban. Esto es, el día 14 del mes de Nisan⁵, que era el primer mes del calendario judío, al comienzo de la primavera, y cuando la Luna estaba llena. Consecuentemente, los papas sucesivos se vieron conminados a resolver el problema computacional de determinar la Pascua situando una fecha móvil lunar en un calendario solar.

Tras el desconcierto inicial por la imprecisión en el cómputo, en el concilio de Nicea⁶ (año 325 d. C.), a instancias del emperador Constantino, se acordó que las fiestas eclesíásticas se celebraran en un mismo día común para toda la cristiandad. El día elegido fue el domingo de Resurrección, el cual debía celebrarse el domingo posterior al primer plenilunio tras el equinoccio de primavera, excepto si este coincidiera con la Pascua judía, en cuyo caso se celebraría al siguiente, estableciéndose en el mismo concilio que el 21 de marzo fuera siempre la fecha del calendario para el equinoccio eclesíástico (aunque no coincide exactamente con el equinoccio astronómico).

Otras complicaciones se debieron a las costumbres. A lo largo de la Edad Media hubo diferentes modos de proceder que, dependiendo del lugar y el momento, marcaban el comienzo del año en festividades religiosas diferentes, como la Navidad (inicio del año el 25 de diciembre), la Encarnación (nueve meses antes, el 25 de marzo) o la Pascua (en una fecha variable), estableciéndose diferentes calendarios según estas prácticas. Un ejemplo de este hecho es que, en la época del Renacimiento, en Roma las bulas se fechaban de acuerdo con un año que daba comienzo el 25 de marzo y las cartas papales lo hacían en función de otro que empezaba el 25 de diciembre. Fue precisamente en el siglo XVI cuando se generalizó la celebración del comienzo del año el día 1 de enero, fecha que ya había sido

³ La intercalación se hacía el 24 de febrero, cuya denominación romana era «sexto kalendas martii», y porque aquel año se computaba dos veces el día 24, una vez el mismo día intercalar y otra vez el siguiente, a ese año se le llamó «bisexto kalendas martii».

⁴ Bails, Benito. *Elementos de matemáticas*. Madrid: Joaquin Ibarra, Impresor, 1775, tomo VIII, p. 206.

⁵ La Pascua era la fiesta más solemne de los hebreos y se celebraba a mediados de marzo (14 del mes de Nisán) en memoria de la libertad del cautiverio de Egipto; después conmemoró la Pasión de Jesucristo. Marca el nacimiento del pueblo de Israel en su salida de Egipto, relatada en el libro del Éxodo. Pascua (Pésaj) significa «paso», el paso de la esclavitud a la libertad. En el calendario hebreo el primer día del mes coincide con el primer indicio de la Luna creciente y el día 14 corresponde a la noche de la Luna llena. Así pues, la celebración de la Pascua comenzaba para los judíos a la puesta del sol del día de la Luna llena de su primer mes del año: el 14 de Nisán. Empezaban esta conmemoración con la cena pascual (Séder) y se extendía a lo largo de siete días siguiendo con la tradición del consumo de pan ácimo (pan sin levadura). La «Última Cena» es pues la celebración del Séder durante el Pesaj judío.

⁶ Actual Iznick, Turquía.

instituida oficialmente por Numa entre los romanos, aunque como vemos no había sido un criterio seguido por todos.

En tiempos del concilio de Nicea se creía que el año era de 365d, 5h 55', por lo que haciendo el año de 365 días y 6 horas había un error de solo 4' 5", así que se supuso que el equinoccio, que caía entonces a 21 de marzo, siempre caería el mismo día, y que el efecto de esos 4' de diferencia con el tiempo se remediaría. De este modo los Padres de la Iglesia garantizaban que la Pascua se festejara siempre en primavera, con una oscilación que va desde el 22 de marzo, como fecha más temprana, al 25 de abril, como fecha más tardía, ambos días inclusive⁷; y a su vez se aseguraron la separación de la Pascua cristiana y la judía. A pesar de este esfuerzo, los convocados al concilio de Nicea tenían que saber que sus decretos pascales representaban una solución provisional debido al lento adelanto de las estaciones a través de los siglos contando el tiempo mediante el calendario romano.

Pero la verdadera duración del año era 11 minutos menos de lo previsto en el calendario juliano, de modo que el equinoccio real caía once minutos antes de lo que se pensaba, y en tiempo de Gregorio XIII los 11 minutos habían ocasionado un adelanto de diez días, de modo que cayó a 11 de marzo, es decir, 10 días antes del día 21 que era el instituido por el concilio de Nicea. Para que el día 21 de marzo se hallase siempre inmediato al verdadero equinoccio hubiera sido preciso desechar tres días cada 400 años, situación que preocupaba a la Iglesia católica porque afectaba a la fijación de la Pascua y del resto de las fiesta móviles.

La dificultad del calendario cristiano residía en que se debían conjugar tres periodos diferentes de tiempo no relacionados entre sí: el año, la lunación y la semana (porque ha de ser en domingo la Pascua), y esto tenía que hacerse mediante una regla numérica independiente de la observación astronómica. A lo largo de los siglos hubo diversos intentos de solución, todos insatisfactorios, hasta que finalmente el papa Gregorio XIII logró imponer la reforma en 1582 mediante la bula *Inter Gravissimas*. Partiendo del calendario niceno, la comisión nombrada al efecto que estaba presidida por Christopher Clavius se basó en el proyecto presentado por Aloisius Lilius, aunque al parecer fue presentada al Sumo Pontífice por su hermano, que tenía una clarísima influencia (cuando no copia) de la propuesta enviada por la Universidad de Salamanca en respuesta a la consulta emanada del v concilio de Letrán, en 1515. Las bases de esta reforma fueron presentadas posteriormente por Clavius en su obra *Romani Calendarii a Gregorio XIII Restituti Explicatio* (1603).

Francisco de Salinas fue testigo directo de los debates científicos sobre la reforma del calendario y de la puesta en vigor de la misma, mientras era catedrático

⁷ La Pascua de Resurrección no puede ser antes del 22 de marzo (en caso de que el 21 y el plenilunio cayesen en sábado) y tampoco puede ser más tarde del 25 de abril; suponiendo que el 21 de marzo fuese el día siguiente al plenilunio, habría que esperar una lunación completa (29 días) para llegar al siguiente plenilunio, que sería el 18 de abril, el cual, si cayese en domingo, desplazaría la Pascua una semana para evitar la coincidencia con la celebración de la pascua judía, quedando fijada entonces el 25 de abril (18 + 7).

de música de la Universidad de Salamanca, puesto que desempeñó entre 1567 y 1587. Como hemos dicho, al menos desde el V concilio de Letrán (1512-1517), el papado había cursado consulta a los centros de saber e intelectuales cristianos sobre esta reforma, que se vivía como una urgencia desde el siglo XIII (especialmente tras las declaraciones de Roger Bacon⁸). No habiéndose logrado aún consenso en los círculos vaticanos sobre el tema y apremiando esta solución consensuada, el papa Gregorio XIII pidió nuevo parecer a todos los intelectuales y universidades de prestigio de la cristiandad⁹.

En este sentido llegó a la Universidad de Salamanca la nueva solicitud de dictamen, ratificada en este caso por otra de apoyo del rey Felipe II. Se adjuntaban como base para la discusión los cálculos del italiano Lilio, entonces ya fallecido, y editados en Roma, bajo el título *Compendium novae rationis restituendi Calendarii*, por el antiguo profesor salmantino y entonces miembro de esa comisión vaticana, Pedro Chacón¹⁰. En ese momento, la Universidad nombró para atender la solicitud a los doctores Diego de Vera y Cosme de Medina, y a los maestros fray Luis de León, fray Bartolomé de Medina y fray Domingo Báñez; es decir, a prestigiosos profesores de las materias universitarias más importantes del momento, pero ninguno de ellos matemático o astrónomo, seguramente por la falta en ese momento de titular en la cátedra de astrología-matemáticas salmantina que estaba entonces ocupada temporalmente por Sánchez de las Brozas (el Brocense).

Esta comisión tuvo serias dificultades para ofrecer el informe en tiempo y forma debido a la falta de conocimientos matemáticos de los profesores designados por el claustro de la institución con ese fin. A lo largo de la primavera y el verano del año 1578 estos profesores no cejaron en el empeño de redactar una respuesta para el Vaticano y el Rey digna de la fama de la Universidad a la que pertenecían, pero como decía entonces Vera —el presidente de esta comisión— a Felipe II, «este no era asunto tan liviano»: los comisionados inicialmente no tenían suficientes conocimientos matemáticos y astronómicos para evaluar con profundidad el asunto.

Consciente de este problema, el claustro procuró buscar a cualquier precio al experto capaz de dar feliz cumplimiento a este compromiso científico. De este modo los claustrales de Salamanca fueron llamando a todos los expertos en astronomía que conocían, desde el «cura de Gatón», Juan Galván (cuyos conocimientos

⁸ Roger Bacon (c. 1214-1294), en 1267, escribió que el retraso del calendario *est intolerabilis omni sapienti, et horribilis omni astronomo et derisibilis ab omni computista* (*Opus Tertium*, cap. 1, p. xxii): o sea, intolerable, horrible y ridículo; era urgente su reforma (cf. North, John D. «The Western Calendar. 'Intolerabilis, horribilis, et derisibilis'; Four Centuries of Discontent». En G. V. Coyne; M. A. Hoskin; O. Pedersen. *Gregorian Reform of the Calendar. Proceedings of the Vatican Conference to Commemorate its 400th Anniversary 1582-1982*. Città del Vaticano: Pontificia Academia Scientiarum - Especola Vaticana, 1983, 75-116).

⁹ «En 1577 envió a todos los príncipes cristianos un resumen de los motivos que le empeñaban en la corrección del calendario, rogándoles los comunicasen con todos los matemáticos, de cuya inteligencia pudiesen prometerse o pensamientos nuevos o expedientes acomodados»; Cf. Bails, Benito. *Op. cit.*, 209.

¹⁰ Moyer, Gordon. «Luigi Lilio and the Gregorian Reform of the Calendar». *Sky & Telescope*, 64 (1982), 418-419.

resultaron inoperantes), hasta el piloto mayor de la Casa de Contratación de Sevilla, Rodrigo Zamorano, o el famoso catedrático de astronomía valenciano, Jerónimo Muñoz, que aceptó finalmente las ventajosas condiciones económicas de la plaza de catedrático de la Salmantina que le ofrecieron a cambio de que contribuyera con sus saberes a la redacción del informe científico solicitado por el papa. No obstante, la urgencia impuesta por el Vaticano impidió que finalmente este último pudiera participar en la redacción de la respuesta, pues llegó a ocupar la cátedra de astronomía después de que el parecer de Salamanca se hubiera enviado tanto al papa como al rey.

De este modo, la Universidad de Salamanca se vio obligada a contar con los conocimientos de los intelectuales que tenía a la mano en el año 1578, que, más allá de los comisionados citados, fueron el franciscano fray Francisco Alcocer, el médico Gabriel Gómez y el profesor Miguel Francés. Es precisamente a este último al que hay que agradecer la mayor parte de ese dictamen salmantino; en ese momento no era más que un profesor temporal de filosofía natural en esta Universidad, pero había tenido una sólida formación en matemáticas en la Sorbona y ya había trabajado en la cuestión del calendario en una «Respuesta y solución de las dificultades propuestas a él por la Universidad de Bolonia sobre la reducción del calendario, después de celebrado el Santo General Concilio de Trento», que —según Picatoste— le había dado gran renombre científico¹¹.

Finalmente, los comisionados para el asunto del calendario, ayudados por estos otros científicos, se ratificaron en el informe que esta Universidad había elaborado sesenta y tres años antes, cuando se había producido la anterior petición de ayuda papal para la reforma del calendario dirigida a todos los matemáticos cristianos, en el ámbito del concilio de Letrán citado: en ese contexto, el papa León X había enviado en 1515 esta consulta a los sabios e instituciones de saber, que fue apoyada en España por Fernando el Católico, regente en ese tiempo de la Corona de Castilla. Precisamente esta opinión salmantina del año 1515, a la que Luigi Lilio se limitó a añadir las tablas-guía para la celebración futura de la Pascua, fue la que básicamente resultó confirmada por el pontífice en 1582, en la publicación del calendario gregoriano, hoy convertido en calendario civil de la humanidad¹².

En la época de la reforma gregoriana, la explicación y cómputo del calendario trascendía su interés meramente eclesiástico, que en última instancia era el de regular y unificar en toda la cristiandad la celebración de la fiesta de la Pascua, por lo que no debe sorprender que formara parte del contenido de estudio de algunos de los tratados generales de matemáticas españoles más importantes de ese momento¹³. De hecho, esta reforma gregoriana propició una eclosión de manuscritos

¹¹ Más información al respecto en Carabias Torres, Ana María. *Salamanca y la medida del tiempo*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca-Oficina del VIII Centenario, 2012, 213 ss.

¹² *Idem*, 236.

¹³ Por ejemplo, del *Tratado de Mathematicas, en que se contienen cosas de Arithmetica, Geometría, Cosmografía, y Philosophia natural. Con otras varias materias, necesarias a todas artes Liberales y Mechanicas*, de Juan Pérez de Moya, publicado en Alcalá en 1573; y el tomo IX, que incluye la *Ordenación del tiempo*.

e impresos que pretendían explicar y difundir el nuevo cómputo. Uno de estos documentos es el de Francisco de Salinas que aquí analizamos. Salinas, movido probablemente por el interés general y por la perplejidad que la reforma generó entre los cristianos de a pie, escribió unos comentarios sobre la misma en los que mostró unos conocimientos y una capacidad de cálculo mental que asombran al lector, teniendo en cuenta su ceguera.

2. LAS ANOTACIONES SOBRE EL CALENDARIO DE FRANCISCO DE SALINAS. CARACTERÍSTICAS DOCUMENTALES DEL TEXTO Y SU CONTEXTO

El texto lleva por título *Anotaciones sobre el calendario gregoriano hechas por el maestro Francisco de Salinas, cathedrático de propiedad en la facultad de Música de la Universidad de Salamanca. 1583*. Que sepamos, se conserva en dos copias manuscritas en la Biblioteca Nacional de Madrid, ms. 23106 (véase la figura 1)¹⁴. El ejemplar que manejamos contiene 65 hojas, de 20 x 15 cm., y tiene en la portada una línea manuscrita al final de la página, de otra mano, que dice «Es de la librería del Monasterio de Nuestra Señora de la Vid», lo que sugiere que esta copia quizá perteneció al monasterio de ese nombre que se encuentra a 18 km. de Aranda de Duero (Burgos, España), entre Valladolid y Soria. Posiblemente este documento fue cambiado de lugar en los procesos desamortizadores de los bienes eclesiásticos del siglo XIX.

Las *Anotaciones...* de Salinas están escritas en castellano en una época en la que el latín era el idioma oficial de la ciencia, pero en la que el castellano progresa como lengua vehicular convirtiéndose, poco a poco, en español¹⁵. Todos los documentos sobre cómputo del tiempo que se elaboraron desde el siglo IV hasta la reforma gregoriana de 1582 estuvieron escritos en latín, que era la lengua oficial del Vaticano, de la cultura occidental y de los tratados internacionales del mundo occidental. Es importante recordar que los textos matemáticos fueron los primeros en generalizar el uso de las lenguas vernáculas, y que esto empezó a ocurrir precisamente en la época del Renacimiento, abandonando el tradicional uso del latín como medio de expresión y difusión de la ciencia. Es decir, que muchos de los intelectuales que se implicaron en este debate científico, mayoritariamente profesores universitarios —como Salinas—, alteraron la costumbre y hasta la obligación de expresarse en latín, pues obligatoria era la docencia en esta lengua, lo mismo que la elaboración de los materiales didácticos que se crearan para impartirla, garantizándose su uso exclusivo en las universidades por medios coercitivos, como multas a los infractores. Salinas podría haber utilizado el latín para redactar este

¹⁴ No se había comentado la existencia de este documento con anterioridad y aludimos sucintamente a él en Carabias Torres, Ana María. *Salamanca y la medida del tiempo*, p. 230.

¹⁵ Gutiérrez, Juan; Pascual, José Antonio. «De cómo el castellano se convierte en español». En A. García Simón (ed.). *Historia de una cultura. La singularidad de Castilla*. Valladolid: Junta de Castilla y León, 1995, 344-348.

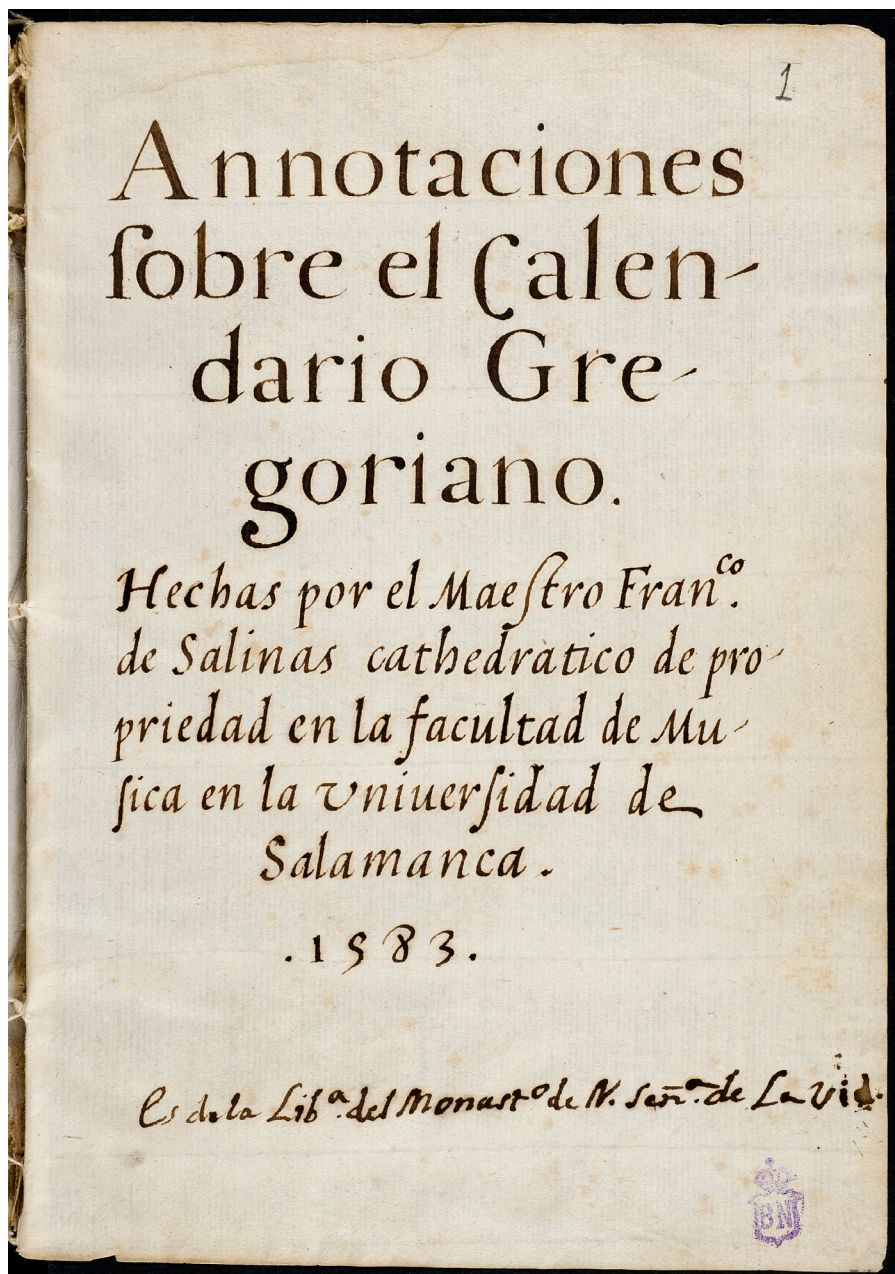


Fig. 1. Las Anotaciones... de Francisco de Salinas. Biblioteca Nacional de Madrid, ms. 23106, portada

documento; él conocía esta lengua con la soltura suficiente como para haberla utilizado en este caso. Pensamos que usó el castellano porque su escrito no iba dirigido a las autoridades religiosas o políticas del momento (que lo hubieran exigido), sino a la divulgación del contenido de la reforma del calendario recién publicada. La fecha del documento, 1583, muestra un interés por explicar tempranamente las nuevas reglas de cómputo del calendario que se impuso a la cristiandad a partir del día 4 de octubre de 1582.

El estilo de estas *Anotaciones*... es el narrativo propio de la época, sin apenas abreviaturas, símbolos, fórmulas o diagramas para las reglas, y con énfasis en la memorización mediante el auxilio de reglas nemotécnicas, como es, por ejemplo, el recurso a las coyunturas de los dedos de la mano o a versos para recordar una determinada secuencia de letras. Dentro de la regla séptima —de las dieciséis que contiene el texto—, propuso una pauta nemotécnica basada en los nudillos de la mano para la averiguación de la epacta¹⁶ (f. 29r.); y en la octava, hizo lo mismo para la fijación de la fecha de la Pascua, de forma muy parecida al uso nemotécnico de la mano que incluyó Rodrigo Zamorano en su *Cronologia y repertorio de la razon de los tiempos* (Sevilla: 1594). En este sentido se puede decir que su explicación va dirigida a un lector versado en el cómputo antiguo, seguramente eclesiásticos interesados en conocer cómo hacer uso de las nuevas tablas para las celebraciones religiosas y qué es lo que cambiaban en relación a las antiguas o anteriores a la reforma gregoriana. Tal vez por eso Salinas no se entretiene en explicar los fundamentos conceptuales del calendario, como por ejemplo lo que son las lunaciones o los ciclos lunares y solares, aunque demuestra conocerlos. Tampoco menciona cuáles son sus fuentes, salvo la alusión retórica que introduce al final de su texto indicando que son explicaciones que Dios le ha inspirado, por lo que no es posible saber hasta qué punto está simplemente transcribiendo o parafraseando a los padres de la reforma.

Del texto se desprende que él comprendió perfectamente la reforma del calendario, aunque la explicación que ofrece no resulta siempre clara para el lector actual en algunas partes. En cualquier caso la fecha con que está datado el documento, 1583, solo unos meses después de la fecha de la corrección gregoriana, y 20 años antes de que Clavio publicara su explicación de la Reforma en *Romani Calendari A Gregorio XIII* (1603), le da un incalculable valor por su carácter pionero en el afán por ofrecer un manual que ayudara a entender cómo debían aplicarse las nuevas tablas después de la citada reforma.

Francisco de Salinas redactaba este texto en el momento cumbre de su fama como músico. Recordemos que él había estudiado en la misma universidad en la que ahora era profesor, había marchado a Roma en 1538 acompañando al arzobispo Sarmiento y que allí había permanecido durante veinte años ejerciendo el mismo oficio de músico. De 1553 a 1558 trabajó para el virrey de Nápoles, el cardenal Pedro Pacheco Ladrón de Guevara, continuando esta labor con los sucesivos

¹⁶ Número de días que la Luna de diciembre tiene al día primero de enero, contados desde el último novilunio.

virreyes Bernardino de Mendoza y Fernando Álvarez de Toledo y Pimentel (III duque de Alba). De regreso a España, desempeñaría el oficio de organista en las catedrales de Sigüenza y León hasta que opositó y obtuvo sin competencia la cátedra de música de la Universidad de Salamanca el 21 de enero de 1567, ciudad en la que moriría. Unos años antes de escribir sus *Anotaciones...* al calendario gregoriano había publicado la que sería su obra cumbre, *De Musica libri septem* (1577)¹⁷. Es decir, que redacta estas anotaciones cuando no tiene ninguna necesidad de engrosar su currículo, por propio deleite o quizá para resumir o facilitar la comprensión o divulgación de lo que la propia reforma gregoriana representaba para la vida de los cristianos.

En estas *Anotaciones...* Salinas se intitula como catedrático de propiedad «en la facultad de música» de Salamanca, pero este título no refleja toda la verdad: la música no era una «facultad» universitaria en sí misma, como dice aquí Salinas, sino una materia más de las que conformaban los estudios de la facultad de artes. Las «artes liberales» eran aquellas disciplinas de la Antigüedad clásica que se suponía podían ser cultivadas por «hombres libres», divididas en dos grupos de materias: el «trívium» (artes sermoniales: gramática, retórica y dialéctica) y el «quadrivium» (ciencias del número: aritmética, geometría, música y astronomía). Estas materias que habían constituido el conjunto de la enseñanza superior durante la Antigüedad y la Edad Media, se consideraban en Castilla a mediados del siglo XVI como contenidos didácticos de una facultad «menor», cuyos aprendizajes eran propedéuticos o preparatorios para el estudio posterior en las facultades llamadas «mayores», o sea, teología, derecho civil, derecho canónico o medicina¹⁸. La denominación como «facultad de música» que apunta Salinas, inexacta como decimos, sugiere la importancia que él pretendía dar a su especialidad, rebasando el estrecho marco institucional en el que legalmente se asentaba la música dentro de la enseñanza universitaria. Probablemente estaba reivindicando con el lenguaje la importancia práctica que la música tenía en la Universidad de Salamanca, que no le era aún reconocida institucionalmente en los estatutos universitarios.

En 1583 la facultad de artes salmantina en la que se inscribía la enseñanza de la música estaba viviendo uno de los momentos más dulces de su larga historia en cuanto a su popularidad en los ámbitos intelectuales y políticos europeos. Unos meses antes, cuando los comisionados para la reforma del calendario se mostraron incapaces para ofrecer al pontífice y al rey de España el informe sobre la reforma del calendario solicitado y tuvieron que pedir ayuda a otros científicos, se había producido una excepcionalidad nunca antes vista.

¹⁷ *Francisci Salinae Burgensis... De Musica libri septem: in quibus eius doctrinae veritas tam quae ad hamoniam, quam quae ad rhythmum pertinet, iuxta sensus ac rationis iudicium ostenditur & demonstratur: cum duplici indice capitum & rerum.* Salmanticae: excudebat Mathias Gastius, 1577. Biblioteca General Histórica de la Universidad de Salamanca BG/40317.

¹⁸ Carabias Torres, Ana María. «Evolución del concepto de Facultad de Artes en España (siglos XIII al XVII)», *Actas del IV Seminario de Historia de la Filosofía Española*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 1986, 303-333.

El claustro universitario salmantino, comprendiendo la necesidad y la importancia de contar en ese momento y en el futuro con expertos en matemáticas y astronomía dignos de la fama de un Estudio ya entonces centenario, acordó subir el sueldo de la cátedra de astronomía vacante hasta los 400 ducados anuales, con la intención de atraer a los mejores. Esos niveles económicos salariales solo se habían pagado hasta ese momento a los catedráticos de las facultades llamadas «mayores»¹⁹. Esta circunstancia es un ejemplo de la revitalización de las matemáticas que se vivió desde mediados del siglo xv y a lo largo del xvi y que marcó un cambio decisivo en la forma de considerar esta ciencia y en el sentimiento de utilidad de la misma. En la época del Renacimiento, a las aulas universitarias, a las tertulias, a las cancellerías regias y a todas partes llegó el interés por las matemáticas y por el cómputo.

La diversificación de la utilidad de las matemáticas había tenido su origen en la Antigüedad clásica, pero en la época del Renacimiento adquirió una importancia inusitada, impregnando de «cálculo» también otras disciplinas. En este sentido las *Anotaciones...* de Salinas, son el ejemplo del desbordamiento de la importancia y la interrelación de las matemáticas en este caso respecto de la música, la especialidad profesional del autor de las *Anotaciones...*²⁰. Deducción, cantidad, proporción, geometría, símbolos y relaciones entre ellos tematizaban asimismo la arquitectura, la pintura, la cosmografía (geografía), la mecánica, la óptica,... y condujeron hacia un nuevo modelo de percepción de la realidad que triunfó en el Renacimiento europeo, relacionado —según Crosby— con la visualización y la cuantificación²¹. Las matemáticas se convirtieron entonces incluso en una cuestión de Estado, pues la aproximación de los monarcas renacentistas a la ciencia matemática de su tiempo no fue un entretenimiento, sino una necesidad política. Flórez Miguel afirma que no se entendería el Estado moderno sin el triunfo del «espíritu de cálculo» que al principio de la modernidad se extendió a todos los ámbitos de la realidad: el social, el económico y a la vida cotidiana en general, produciéndose un proceso de «aritmétización» de la realidad del que resultaría una nueva configuración del saber

¹⁹ Archivo de la Universidad de Salamanca, Claustro universitario de 4 de junio de 1578. Como punto de comparación podemos recordar que Salinas ganó la cátedra de música salmantina el 21 de enero de 1567 e inmediatamente solicitó al rector un incremento del salario de la misma como condición para ocuparla; así se trató en el claustro de 31 de enero de ese año, concediendo la Universidad a Salinas una subida salarial hasta los 100.000 maravedíes anuales (unos 266 ducados). El rector de la Universidad explicó que Salinas lo merecía «por ser hombre eminente e que solo en España podría dar noticia de música especulativa e descubrir e enseñar esta arte liberal que las constituciones quisieron se leyese en esta Universidad e fue tenida en tanto aprecio por los antiguos». Libro de Claustros 35, de 1566 a 1567, f. 49v.-50r. Cf. Beltrán de Heredia, Vicente. *Cartulario de la universidad de Salamanca (1218-1600)*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 1970, IV, 236-237.

²⁰ García Pérez, Amaya Sara. *El número sonoro: la matemática en las teorías armónicas de Salinas y Zarlino*. Salamanca: Caja Duero, 2003.

²¹ Crosby, Alfred. *La medida de la realidad. La cuantificación y la sociedad occidental. 1250-1600*. Barcelona: Crítica, 1988. En el mismo sentido se decantan Kula y Klein: Kula, Witold. *Las medidas y los bombres*. Madrid: Siglo XXI, 1980. Klein, Herbert Arthur. *The Science of Measurement. A Historical Survey*. USA: Dover Editions, 1988.

y del poder²². El colonialismo, la navegación, la cartografía, la construcción naval, la contabilidad, el intercambio comercial, la moneda, la minería... y la adecuación de la fecha de la Pascua supusieron un gran incentivo para este intervencionismo regio en el progreso de las matemáticas, y explica por qué fueron los matemáticos de la Península Ibérica (de donde partieron la mayoría de las exploraciones geográficas de la época) el grupo científico más abultado y avezado de la Europa de su tiempo.

En este sentido cabe interpretar el resultado alcanzado por John Gascoigne en su *Dictionary of Scientific Biography* entre 1450 y 1650, que compara el número de científicos citados atendiendo a sus naciones o a los países en los que enseñaron. Según sus datos, por lo que se refiere a la Península Ibérica, en matemáticas (incluyendo —como entonces se hacía— matemáticas, astronomía, mecánica y óptica), entre 1551-1600 hubo 159 científicos: el 49 por ciento del total, constatándose así el enorme incremento del interés por las matemáticas en España a lo largo del siglo XVI del que hablamos²³. Se comprueba, pues, la opinión de Beltrán de Heredia que hablaba del «saturado ambiente de ideas físico matemáticas» en la Salamanca renacentista²⁴.

Es indiscutible la íntima unión entre matemáticas y música en Salinas. Esta unión científica procede asimismo de la Antigüedad clásica, época en la que fue atribuida generalmente a Pitágoras e impulsada por Boecio. En la época del Renacimiento ambas disciplinas adquirieron conexiones aún más estrechas y se acercaron a la astronomía²⁵, de manera que podemos comprender por qué un músico como Salinas pudo haber escrito un comentario explicativo de carácter matemático sobre el calendario.

Salinas, aunque no lo dice, aborda la explicación del problema del calendario partiendo de los elementos para el cómputo de la medida del tiempo que tradicionalmente se habían tenido en cuenta; cuestiones que no son complejas, pero que requieren para su perfecta comprensión de un conocimiento específico previo, que ahora resumiremos.

3. EL CÓMPUTO ECLESIASTICO

Recordemos que los calendarios son una distribución del tiempo que se hace adecuando los fenómenos astronómicos notables a la vida social y religiosa con el

²² Flórez Miguel, Cirilo. «La otra cara del Humanismo». En María Jesús Mancho Duque (ed.); Cristina Blas Nistal (coord.). *Pórtico a la ciencia y a la técnica del Renacimiento*. Salamanca: Junta de Castilla y León-Universidad de Salamanca, 2002, 11-43.

²³ Cf. Sánchez Ron, José Manuel. «Felipe II, El Escorial y la ciencia europea del siglo XVI». En Francisco Javier Campos; Fernández de Sevilla (coord.). *La ciencia en el Monasterio del Escorial: Actas del Simposium*. El Escorial: Real Centro Universitario Escorial-María Cristina, 1993, 69 ss.

²⁴ Beltrán de Heredia, Vicente. *Cartulario de la Universidad de Salamanca*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 2001, II, 367.

²⁵ García Pérez, Amaya. «Música y pensamiento científico en la Edad Moderna». *Azafea: estudios de historia de la filosofía hispánica*, 2013. En imprenta.

fin de regular la actividad humana. Desde tiempos remotos los calendarios se han basado en fenómenos naturales que pueden ser medidos y divididos en unidades, como es el caso del día, el mes lunar o lunación y el año solar, susceptibles de ser agrupados en ciclos como consecuencia de periodos de repetición de configuraciones celestes fácilmente observables, como son la repetición de las fases de la Luna o la de las estaciones. El inconveniente es que estos ciclos lunar y solar no son concordantes, porque no es posible expresar ni la duración de un mes lunar, ni la de un año solar, con un número exacto de días, entero o fraccionario.

Cuando los primeros cristianos quisieron recordar la muerte de Jesucristo la celebraron anualmente de acuerdo con las fechas que estipulan las Sagradas Escrituras, y pudieron optar por usar el calendario juliano o el que tenían los judíos; el primero con base solar y el segundo lunar que unas veces daba el 14 de Nissan antes del equinoccio de primavera y otras veces después. Surgieron varios criterios sobre cuándo celebrar la Pascua que dieron lugar a controversias y conflictos, hasta el punto de enfrentarse las iglesias de Oriente y Occidente por este motivo. El problema residía en que la Iglesia romana quería hacer coincidir la Pascua con el domingo en memoria y reverencia de la Resurrección de Cristo, desplazando esta celebración del séptimo día de la semana que es el sábado como era costumbre, mientras que la Iglesia Oriental quería celebrarla el día catorce de la Luna del mes de Nissan en memoria de esta Pasión y muerte, con independencia de su día semanal.

En el concilio de Nicea se acordó que todos los cristianos celebraran la Pascua en un único y mismo día, el domingo posterior a la primera Luna llena de la primavera, independientemente de la fecha obtenida por el método judío. Para esto se necesitaba determinar la fecha de la primera Luna de primavera, fijar esa fecha en el calendario juliano, hallar el día de la semana en el cual se produciría esta Luna llena y la fecha del domingo posterior, que será el domingo de Pascua. Para la primera Luna de primavera se acordó tomar el equinoccio de primavera como referente astronómico, algo que no hacían los judíos rigurosamente; como fecha en el calendario del equinoccio se acordó que fuera siempre el 21 de marzo, el día de la semana tendría que ser el primer domingo posterior a la primera Luna llena, que tiene la edad de 14 días, que coincide con el día del equinoccio o es inmediatamente posterior al mismo.

A pesar del esfuerzo realizado, en este concilio no se fijaron las reglas para lograrlo, aunque parece ser que se aceptó el método que usaba la Iglesia Alejandrina, basado en el ciclo lunar decemnoenal introducido por Metón en el 432 a. C. La importancia del ciclo decemnoenal o de 19 es que, al cabo de ese periodo las lunaciones caen en el mismo día del año; o sea que, si por ejemplo, el 1º de enero de un cierto año hubo Luna llena, a los 19 años también habrá Luna llena ese mismo día del año²⁶. Por su parte, la Iglesia romana usaba el ciclo solar de 28 años,

²⁶ Los 19 años acogen 235 lunaciones, se le dan 12 a cada año, y esto hace 228 lunaciones, de 29 y 30 días alternadamente; quedan 7 lunaciones que hacen un total de 209 días extra del Sol respecto a la Luna; estas lunaciones se llaman embolismales o intercalares, hay seis de 30 días cada una, pero

que resultaba de la combinación de 7 y 4, por los días de la semana y por los años bisiestos, porque tras ese número de años los días de la semana caen en los mismos días del mes. Estas dos repeticiones son las que hacen posible señalar todos los años en el calendario la Luna de Pascua y el día del domingo posterior a ella.

Aunque la regla nicena se adaptó al calendario de la Iglesia Oriental las diferencias computacionales continuaron. En el siglo IV, en un intento de acabar con las disputas entre las iglesias orientales y occidentales, Victorio de Aquitania introdujo unas tablas pascuales de 532 años. La ventaja de este ciclo es que 532 años es la combinación de los 28 años del ciclo solar con los 19 del ciclo lunar ($19 \times 28 = 532$), lo que ha de dar las lunas nuevas en los mismos días del año y los días de la semana en los mismos días del mes al finalizar los 532 años, y por tanto que volvieran al mismo día del año tanto las lunas decimocuarta como el domingo de Pascua. Un siglo después, en el 525 d. C., Dionisio el Exiguo adaptó al calendario juliano el periodo Victoriano. Dionisio fijó el principio de este periodo en el año 457 antes del nacimiento de Jesucristo. Lo hizo teniendo en cuenta que al dividir 457 por 28 y también por 19 sale que ese año es el 9º del ciclo solar ($457 = 16 \times 28 + 9$), y el 1º del lunar ($457 = 24 \times 19 + 1$), que es precisamente lo que se creía que pasaba en el año inmediato anterior al de la Era cristiana²⁷. Como desde 457 hasta 532, que es el periodo Victoriano completo, faltan 75 años, se cumplió que el primer periodo Dionisiano finalizó el año 75 después de Cristo, y el 76 de la Era cristiana fue el primer año del segundo periodo²⁸, en el cual tanto el ciclo solar como el lunar comienzan juntos, y siguen juntos hasta el 96, que es el 20 del ciclo solar ($76 + 20 = 96$) en que el lunar vuelve a 1, y de ese modo hasta el 608, que es el 532 del ciclo ($76 + 532 = 608$) y el último, al que corresponde el ciclo solar 28 y el lunar 19²⁹.

Para sus tablas pascuales Dionisio no consideró las tablas pascuales ya existentes y usadas por la Iglesia de Roma, preparadas en el año 457 por Victorio de Aquitania. Siguió, en cambio, las preparadas por mandato de Cirilo de Alejandría

la séptima no es más que de 29 días y se la pone el último año del ciclo, el 19 año donde forma una irregularidad.

²⁷ Parece ser que esto le permitió datar el reinado de Herodes I el Grande y de ahí dedujo que el nacimiento de Cristo había tenido lugar el 25 de diciembre del 753 desde la fundación de Roma. Con este referente adoptó el año siguiente, el 754 desde la fundación de Roma, como el comienzo del año 1 de nuestra era, que llamó 1 A. D., de modo que de acuerdo con esto Jesús no nació en el año 1, sino en el anterior.

²⁸ Para hallar el año en el periodo Dionisiano que corresponde a un año dado de nuestra era, se le suma 457 al año dado, si este es anterior al 75 de nuestra era, y si es posterior, se le deben restar 75, y al resultado se le divide por 532 y se toma el residuo, que es el año del periodo. Así, por ejemplo, si el año es el 70 su año Dionisiano es $457 + 70 = 527$; y si el año dado es 1787 su año Dionisiano es 116 ya que $(1787 - 75) \bmod 532 = 116$. Una vez sabido el año del periodo Dionisiano, para hallar por él los ciclos solar y lunar que le corresponden basta dividir por 28 y 19, y ver los restos. Así, por ejemplo, si el año del periodo es el 527 (que viene del 70) su ciclo solar es 23 porque $527 \bmod 28 = 23$ y el lunar 14 porque $527 \bmod 19 = 14$. Y si el año dado del periodo es el 116 (que viene del 1787) su ciclo solar es 4 porque $116 \bmod 28 = 4$, y el lunar 2 porque $116 \bmod 19 = 2$.

²⁹ Para ese año, 76 d. C. de ciclo solar y lunar 1, las letras dominicales fueron G y F y esas mismas letras y ciclos solar y lunar volvieron a regir en los años 608 y 1140 de Jesucristo; por consiguiente todos los tres años referidos celebraron la Pascua en un mismo día, que fue el día 7 de abril.

que eran usadas por la Iglesia de Oriente. Dionisio copió el último de los cinco ciclos de 19 años de la tabla de Cirilo que concluyó con el año 247, y entonces añadió otras 95 filas con el nombre de *Anni Domini Nostri Iesu Christi* (AD), dando inicio al concepto actual de Era Cristiana, que actualmente se usa para dividir la historia en dos periodos: antes y después de Cristo. El ajuste que hizo Dionisio³⁰ logró concordar el ciclo decemnovenal con el ciclo solar, en vista de lo cual terminaron las disputas de los computistas orientales y occidentales, y fue elegido y adoptado el periodo Victoriano en toda la cristiandad por el canon de la Pascua, llamándole desde entonces *Ciclo Magno Pascual*. Aunque las tablas de Dionisio estuvieron vigentes hasta la reforma gregoriana, en el siglo XIII, Alexandre de Villardieu, devolvió el comienzo del año a enero, que Dionisio y sus seguidores habían ubicado en septiembre.

En una época en que las comunicaciones eran tan difíciles, era necesario facilitar los medios para que los clérigos pudieran determinar por sí mismos la fecha de la Pascua; esto se lograba por medio de las tablas pascuales para el *Cómputo*, nombre que desde la Edad Media se daba a las técnicas para determinar el día del domingo de Pascua, según la idea de la Iglesia, porque las lunas nuevas eclesiásticas no concuerdan del todo con las astronómicas. Eran tablas de doble entrada con los datos que ponían en correspondencia los valores que a lo largo de los años tomaban diferentes parámetros de los ciclos del Sol y la Luna. Los principales eran el número áureo —denominación del número de orden del año dentro del ciclo de Metón—, las fechas de las Luna nueva y llena pascual, y la letra dominical —que era la asignación de una de las siete primeras letras del alfabeto al primer día del año—.

Para señalar el puesto que ocupaba un año en el ciclo lunar se usaba el áureo número o «número de oro», que, una vez conocido, permite saber las fechas en que caerán las lunas llenas del año y la Luna llena pascual. Para calcularlo se añade 1 al año de nuestra era, y se divide la suma por 19, para eliminar los ciclos completos que han pasado. El residuo de la división es lo que nos da la parte del ciclo actual que ha pasado, es por tanto un cálculo de restos módulo 19. La fórmula es: $\text{Áureo} = (\text{Año} + 1) \bmod 19$. La razón por la que se añade 1 es que el año 1 d. C. fue el segundo del ciclo lunar y su número de oro fue 2, de modo que, por ejemplo, el número de oro de 1582 fue 6, ya que $1582+1=19 \times 83+6$.

Ahora, ya se puede saber en qué fecha cae la primera Luna llena en el primer año del ciclo decemnovenal. En el calendario juliano el primer año del ciclo lunar

³⁰ Sus tablas (*Argumenta Dionysii*) tienen ocho columnas: El número del año según la Era Cristiana, la indicción del año, la epacta lunar del año, concurrentes, el ciclo lunar, día 14 de luna de Pascua, día de Pascua y Luna de ese día. La indicción era una forma de numeración que se usaba en los tribunales en tiempo de Constantino y otros emperadores, basada en un periodo de 15 años. Los concurrentes, también conocidos como epacta solar, son números que indican días de la semana. Determinan el número de días que transcurre, en un año determinado, entre el último domingo del año anterior y el 1 de enero. Así se puede saber fácilmente en qué día cae el 1 de enero y, por tanto, en qué día cae cualquier otra fecha del calendario. Si el concurrente es 1, entonces el 1 de enero fue martes. El concurrente fue sustituido por la letra dominical, que hace el mismo papel.

FRANCISCO DE SALINAS Y EL CALENDARIO GREGORIANO
ANA MARÍA CARABIAS TORRES y BERNARDO GÓMEZ ALFONSO

comienza con la Luna nueva en el día 24 de diciembre del año anterior (traslación del 1º de enero del calendario alejandrino). Como la duración promedio de una lunación astronómica es de 29 días y medio, a partir del día de la última lunación del ciclo anterior, se van añadiendo los meses de 30 y 29 días alternativamente (30 los impares y 29 los pares). Además hay que tener en cuenta que en el ciclo de Metón los años lunares son de 12 o de 13 meses: 12 años normales de 12 meses y 7 años abundantes de 13 meses. Los 7 meses de más o embolismasles son todos de 30 días. Con todo esto se construye la tabla de las fechas de las lunas nuevas (tabla 1). De esta tabla se sacan las lunas pascuales, porque tienen que ser llenas (una edad de XIV días) el 21 de marzo o inmediatamente posterior, lo que nos da como fecha más temprana en que puede venir su Luna nueva el 8 de marzo, porque contando que el día de la Luna nueva es el 1, el día XIV será el $21=8+13$, y con esto se construye la tabla de las lunas llenas (tabla 2).

Nº oro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	23	21	23	21	21	19	19	17	16	15	14	13
2	12	10	12	10	10	8	8	6	5	4	3	2*
3	<i>1, 31</i>		<i>1, 31</i>	29	29	27	27	25	24	23	22	21
4	20	18	20	18	18	16	16	14	13	12	11	10
5	9	7	9	7	7	5	5	3	2*	<i>2, 31</i>	30	29
6	28	26	28	26	26	24	24	22	21	20	19	18
7	17	15	17	15	15	13	13	11	10	9	8	7
8	6	4	6*	5	4	3	2	<i>1, 30</i>	29	28	27	26
9	25	23	25	23	23	21	21	19	18	17	16	15
10	14	12	14	12	12	10	10	8	7	6	5	4*
11	3	2	3	2	<i>1, 30</i>	29	29	27	26	25	24	23
12	22	20	22	20	20	18	18	16	15	14	13	12
13	11	9	11	9	9	7	7	5	4	3*	2	<i>1, 31</i>
14	30	28	30	28	28	26	26	24	23	22	21	20
15	19	17	19	17	17	15	15	13	12	11	10	9
16	8	6	8	6	6	4	4	2*	1	<i>1, 30</i>	29	28
17	27	25	27	25	25	23	23	21	20	19	18	17
18	16	14	16	14	14	12	12	10	9	8	7	6
19	5	3	5*	4	3	2	<i>1, 31</i>	29	28	<u>27</u>	25	24

Tabla 1. Fechas de las lunas nuevas del ciclo lunar (En cursiva los meses de 30 días, con asterisco los embolismasles, subrayado el que pierde un día para ajustarse a los 6935 días del ciclo, que es el penúltimo mes lunar del último año del ciclo)

Nº oro	Luna nueva pascual	Luna llena pascual
1	23 marzo	5 abril
2	12 marzo	25 marzo
3	31 marzo	13 abril
4	20 marzo	2 abril
5	9 marzo	22 marzo
6	28 marzo	10 abril
7	17 marzo	30 marzo
8	5 abril	18 abril
29	25 marzo	7 abril
10	14 marzo	27 marzo
11	3 abril	15 abril
12	22 marzo	4 abril
13	11 marzo	24 marzo
14	30 marzo	12 abril
15	19 marzo	1 abril
16	8 marzo	21 marzo
17	27 marzo	9 abril
18	16 abril	29 marzo
19	5 abril	17 abril

Tabla 2. Fechas de las lunas llenas pascuales

Una vez se sabe el número de oro de un año dado, de él se sacan las fechas de las lunas nuevas de ese año, y de la Luna nueva pascual. A partir de esa fecha se cuentan 13 unidades y con ello se tiene la fecha de la Luna llena pascual, que corresponden al XIV de la luna. Lo que falta por averiguar es la fecha del domingo posterior a esa Luna llena pascual en que está mandado celebrar la Pascua. Para averiguar este dato los computistas idearon la «letra dominical», que es una letra índice que en el calendario señala el domingo. Las letras dominicales son las siete primeras del alfabeto y se asignan de acuerdo con el siguiente patrón: la A corresponde siempre al 1 de enero, la B al 2, C al 3 y así hasta la G que corresponde al 7 de enero. Luego la secuencia se repite en el mismo orden y consecutivamente para todos los días del año hasta el último de diciembre.

Las letras dominicales están ligadas al ciclo solar. El ciclo solar es el resultado de una anomalía, ya que no coincide el día de la semana de una fecha con la del año siguiente. Concluido un año, como la división de los 365 días del año civil por 7, que son los días de la semana, da de resto uno ($52 \times 7 = 364$), el último día del año, el 365, cae otra vez en el mismo día que empezó, volverá a tener la letra A como se ve en la tabla de las letras dominicales (tabla 3), y el primer día de enero no volverá a caer el mismo día de la semana sino el siguiente, con la letra B.

FRANCISCO DE SALINAS Y EL CALENDARIO GREGORIANO
ANA MARÍA CARABIAS TORRES y BERNARDO GÓMEZ ALFONSO

Días	Ene	Febr	Marz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dici
1	A	D	D	G	B	E	G	C	F	A	D	F
2	B	E	E	A	C	F	A	D	G	B	E	G
3	C	F	F	B	D	G	B	E	A	C	F	A
4	D	G	G	C	E	A	C	F	B	D	G	B
5	E	A	A	D	F	B	D	G	C	E	A	C
6	F	B	B	E	G	C	E	A	D	F	B	D
7	G	C	C	F	A	D	F	B	E	G	C	E
8	A	D	D	G	B	E	G	C	F	A	D	F
29	B	E	E	A	C	F	A	D	G	B	E	G
10	C	F	F	B	D	G	B	E	A	C	F	A
11	D	G	G	C	E	A	C	F	B	D	G	B
12	E	A	A	D	F	B	D	G	C	E	A	C
13	F	B	B	E	G	C	E	A	D	F	B	D
14	G	C	C	F	A	D	F	B	E	G	C	E
15	A	D	D	G	B	E	G	C	F	A	D	F
16	B	E	E	A	C	F	A	D	G	B	E	G
17	C	F	F	B	D	G	B	E	A	C	F	A
18	D	G	G	C	E	A	C	F	B	D	G	B
19	E	A	A	D	F	B	D	G	C	E	A	C
20	F	B	B	E	G	C	E	A	D	F	B	D
21	G	C	C	F	A	D	F	B	E	G	C	E
22	A	D	D	G	B	E	G	C	F	A	D	F
23	B	E	E	A	C	F	A	D	G	B	E	G
24	C	F	F	B	D	G	B	E	A	C	F	A
25	D	G	G	C	E	A	C	F	B	D	G	B
26	E	A	A	D	F	B	D	G	C	E	A	C
27	F	B	B	E	G	C	E	A	D	F	B	D
28	G	C	C	F	A	D	F	B	E	G	C	E
29	A		D	G	B	E	G	C	F	A	D	F
30	B		E	A	C	F	A	D	G	B	E	G
31	C		F		D		B	E		C		A

Tabla 3. Letras dominicales

Si en un año, la A que denota siempre el 1 de enero cae por ejemplo en domingo, la A es la letra dominical de ese año, porque todos los días de ese año que tengan la letra A serán domingos. Pero al año siguiente ya no lo es, porque la A correspondería al lunes, sería entonces la G; por lo mismo, si un año empieza en lunes el domingo cae a 7 de enero cuya letra es la G, el año siguiente empezará en martes, y el domingo caerá a 6 de enero, cuya letra es la F, luego será la F la letra dominical de este segundo año, y por la misma razón E será la letra dominical del tercer año, y así sucesivamente hasta el año 8, en que volvería a empezar, por lo

que si no hubiera años bisiestos el ciclo solar sería de siete años y el octavo año volvería a caer en el mismo día que el primero. Esta es la razón de por qué las letras, en cuanto a la designación del domingo, proceden siempre en orden retrógrado consecutivo, hasta que el bisiesto lo interrumpe.

En los bisiestos, el resto de 366 dividido por 7 es 2, por lo que concluido el año, el 1 de enero será dos días más tarde, en vez de uno como en los años normales. Por tanto, para garantizar la repetición de los días de la semana es necesario tomar un múltiplo común de 7 y de 4, en este caso 28. Igualmente, para garantizar la repetición de las letras dominicales en el mismo día del mes se asignan dos letras al año; la primera vale hasta el día 24 de febrero, de allí en adelante se usa la otra letra para evitar la ruptura del ciclo de las letras dominicales. La letra F, que corresponde siempre al 24 de febrero (día de la intercalación), el año bisiesto se repite para que corresponda también al 25, luego la G que correspondía al día 25 corresponde ya al 26 y la A pasa del 26 al 27, la B del 27 al 28 y la C del 28 al 29; de modo que la letra D queda como estaba fija en el día 1 de marzo. La repetición de la F, hace que en los años bisiestos, la letra que desde el principio del año correspondía al domingo, corresponderá al lunes desde el día 24 (que es cuando se intercala) en adelante, por lo que la nueva letra que corresponderá al domingo será la anterior en el orden retrógrado.

Para conocer la letra dominical de un año basta hacer un cálculo módulo 7, pero al año hay que añadirle 5 unidades y el número de años bisiestos que han pasado desde el primero de nuestra era: $(\text{Año} + 5 + \text{parte entera de } \text{Año}/4) \bmod 7$. Si el residuo de la división es cero la letra es A, y si no es, se cuentan las letras en orden retrógrado empezando desde la G. Se añaden 5 unidades al año propuesto porque el primer año de nuestra era fue el diez de su ciclo solar, y el primer año de aquel ciclo solar fue bisiesto y tenía las letras GF, de modo que en el décimo ya se habían usado las cinco letras G, F, E, D y C, y su letra dominical fue la B, como se ve en la tabla 4, por lo que su primer domingo fue el 7 de enero.

CS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
AD										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				
																	20	21	22	23	24	25	26	27	28							
LD	GF	E	D	C	BA	G	F	E	DC	B	A	G	FE	D	C	B	AG	F	E	D	CB	A	G	F	ED	C	B	A				

Tabla 4. Relación entre el ciclo solar y las letras dominicales del primer ciclo solar de nuestra era (CS=Año del ciclo solar, AD=Anno Domini, LD=Letra dominical)

Para conocer la letra dominical de un año hay dos opciones: hallarla directamente por la fórmula o calcular primero la posición del año en el ciclo solar y buscarla en la tabla 4.

La posición de un año en el ciclo solar se obtiene por un cálculo módulo 28, pero antes se le ha de añadir 9 unidades al año porque como hemos dicho el primer año de nuestra era fue el diez del ciclo solar; habían pasado 9 de este ciclo, de modo que la fórmula es: $(\text{Año} + 9) \bmod 28$.

Finalmente, una vez obtenida la letra dominical de un año, localizamos el día del domingo de Pascua en la tabla 3, que es aquel que tiene la letra dominical de ese año después de la Luna llena Pascual. En resumen, la secuencia es 1º Áureo, 2º Luna nueva pascual, 3º Luna llena pascual, 4º letra dominical del año, 5º Domingo de Pascua³¹.

Otro parámetro utilizado por los computistas es la epacta. Viene de que, en el ciclo lunar, a cada día del año le corresponde una edad de la Luna, que es el número de días transcurridos desde el último novilunio hasta ese día. En el cómputo se usaban dos tipos de epacta: la alejandrina y la juliana, diferenciándose una de la otra en la fecha elegida como referencia; la primera es la edad de la Luna el día 22 de marzo (primer día posible para la Pascua) y la segunda es la edad de la Luna el día 1 de enero, disminuida una unidad. La razón de esto tiene que ver con la necesidad de evitar la epacta 30, que era sustituida por un *, porque en los calendario antiguos no se usaba el cero para numerar³². Si la epacta de un año fuera 30, ¿cuál sería la edad de la Luna el 1 de enero? 31 es imposible³³.

Su importancia reside en que, conocida la epacta de un año, se puede averiguar inmediatamente la fecha de la Luna llena: si es menor que 15, se cuentan los días que le faltan a la epacta hasta 15 (lo que tarda de nueva a llena); y si es mayor que

³¹ Por ejemplo, la posición de 1582 en el ciclo solar es 23, porque $(1582+9=1591) \bmod 28 = 23$, y para este dato la tabla 4 da que su letra es la G. O bien, por la fórmula: $(1582 + 5 + \text{parte entera de } 1582/4 = 1982) \bmod 7 = 1$, su letra dominical es G por ser la primera en orden retrógrado. Como 1582, tiene de áureo 6, $(1582+1) \bmod 19 = 6$, la tabla 2 le da el 10 de abril y la primera G después del 10 de abril es el 15 de abril, y esta es la fecha del domingo de Pascua de ese año.

³² En la Europa de esos años nadie conocía la cifra cero, de modo que el año 1 a. C. precede inmediatamente al año 1 d. C. Así pues, no hay año cero del mismo modo que no hay siglo cero, ni día cero de los meses, ni hay ningún día cero de la semana. Esto explica lo que ocurrió cuando se propagó la idea de que el 1 de enero del año 2000 empezaba el siglo XXI y el tercer milenio de la Era Cristiana. El siglo I comprende los 100 primeros años de la Era Cristiana, de modo que abarca el periodo comprendido entre 1 de enero de 1 d. C. y el 31 de diciembre de 100 d. C. El siglo II da comienzo el 1 de enero de 101 d. C., el siglo III el 1 de enero de 201 d. C. y así hasta el siglo XXI que empezó el 1 de enero de 2001.

³³ Bails explica el uso del asterisco de esta manera: «En lugar del número 30, se pone una * que supone por 30 y por cero; con efecto, los años en que hay Luna nueva los días 1 y 31 de diciembre, la epacta que señala la edad de la Luna debería ser 30, porque la Luna tiene 30 días cuando el año acaba; pero debería ser cero si se considerara la Luna nueva del 31, por esto se pone un signo ambiguo que suple por uno y otro». Por su parte Pedro del Río lo explica así: «La epacta de un año señala el número de días que le quedaba al mes de diciembre antecedente, después de la Luna que acabó en aquel mes. Pero puede suceder que una lunación acabe a 1 de diciembre, y otro año a 31 del mismo mes. Si se atiende a la que acaba a 1 de diciembre, la epacta del año siguiente habrá de ser xxx, porque quedan 30 días hasta fin de mes; más si se atiende a la que acaba el 31 último de diciembre la epacta del año siguiente habrá de ser cero. De donde se sigue, que para señalar la Luna nueva que corresponde a 1 de enero, o se debería poner xxx en este día 1 respecto de la primera lunación; o bien le correspondería cero respecto de la segunda. En lugar pues de xxx y 0 se pone *, que igualmente puede denotar uno y otro». Véanse Bails, Benito. *Op. cit.*, p. 243; y Río, Pedro del. *Compendio metódico y claro del cómputo eclesiástico antiguo y moderno: según los tres afamados sistemas Juliano, Metónico y Gregoriano, adoptados por la Católica Iglesia para el gobierno de su calendario* Madrid: Imprenta Real, 1790, p. 205.

15 se numeran los que le faltan hasta 30 (lo que queda para el novilunio) y se le añaden los 15 días que faltan para la Luna llena³⁴.

Como esta Luna llena es la primera del año, para calcular la Luna llena de Pascua se toman convencionalmente lunaciones de 29 y 30 días alternativamente, teniendo en cuenta que la primera lunación, la de enero, será de 30 días, como se explicó para elaborar la tabla 1. Ahora hay dos posibilidades: que caiga después del 21 de marzo (fecha fijada por la Iglesia para el equinoccio de primavera), en cuyo caso se busca el primer domingo después de esa Luna llena para obtener la fecha de Pascua; o que caiga antes del 21 de marzo, entonces, hay que volver a sumar 30 días (cuarta lunación) para averiguar la próxima Luna llena de abril.

En el calendario antiguo existe una correspondencia entre el número de oro y la epacta, de modo que se puede desarrollar el calendario con ellas. En el primer año del ciclo lunar en el calendario alejandrino la Luna nueva comienza el 1 de enero; por lo que el año lunar y el año solar empiezan en un mismo día. Como el año solar excede en 11 días al año lunar (365-354=11), el año lunar acabará 11 días antes que el año solar, de donde resulta que, cayendo la Luna nueva el 20 de diciembre, la Luna tendrá 11 días el día 1 de enero. Igualmente, después de dos años la diferencia entre el fin del año lunar y el solar habría acumulado 22 días, el tercer año lunar acabaría 33 días antes, pero como la edad de la Luna es máximo 30 días, de esos 33 días se quitan 30 que son un mes Lunar, y se añaden al tercer año Lunar como mes embolismal, y con ello el cuarto año Lunar empieza solo 3 días antes que el solar, y así sucesivamente. Con esto las epactas de los años siguen el orden natural de los múltiplos de once restando siempre 30, por lo que la fórmula para calcularlas es: Epacta = Año (mod 30) × 11. Con esta fórmula y teniendo en cuenta que el áureo 2 es el primero que comienza con epacta 11, se obtiene la tabla de la relación entre el número de oro y las epactas (tabla 5)³⁵.

NO.	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	I
EA	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18	*
EJ	19	*	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	8

Tabla 5. Relación entre los números áureos y las epactas según el orden anterior a la reforma (NO = número de oro (o áureo), EJ = epacta juliana, EA = epacta alejandrina)

Lo interesante de las epactas en el ciclo decemnovenal es que se repiten cada diecinueve años, pero hay una anomalía: 19×11=209 no es múltiplo de 30 sino que 209 dividido por 30 deja un resto de 29, y no 0. Esto es porque al pasar del año 19 al 20, que es el primero del siguiente ciclo decemnovenal, se obtiene que la edad de la Luna pasa de 29 a 29+11 que es 40 y no a 41, que es lo que se necesita para

³⁴ Por ejemplo, si la epacta alejandrina, referida al 22 de marzo, es 5, del 22 de marzo al XIV de esa Luna le faltan 9 días, que sumados al 22 da el 30 de marzo como día de la Luna de Pascua.

³⁵ Así, por ejemplo, para calcular la epacta de 1582, se puede usar el áureo de 1582, que fue 6 porque 1582+1 = 19 × 83 + 6, e ir a la tabla, o directamente por la fórmula: 5 × 11 = 55; 55 = 30 × 1 + 25.

que los novilunios se repitan en las mismas fechas. Por eso, después de 19 años, para que las epactas se repitan, estas deben ser corregidas añadiendo un día, por lo que se hace crecer la epacta de 11 a 12 días.

En el siglo XVI se habían mejorado los cálculos; el año medio constaba de 365 días, 5 horas, 49 minutos y 12 segundos, que era 6 minutos menos que el día niceno y 10 minutos y 48 segundos menos que el día juliano. Por otra parte, las 235 lunaciones no componen 19 años exactos, sino casi una hora y media más, ya que la lunación consta de 29 días 12 horas, 44 minutos y 3 segundos, que es casi 30 segundos más que la lunación metónica. Para corregir estos dos defectos la reforma gregoriana propuso dos correcciones, conocidas como ecuaciones solar y lunar, cuyo efecto es que la correspondencia completa que había en el calendario, antes de la reforma —entre el número de oro y la epacta— desaparece; ahora la epacta cambia a medida que se van aplicando las correcciones con lo que la epacta se convierte en la base de la reforma.

Para las ecuaciones (correcciones) se decidió utilizar periodos donde las diferencias con los cálculos nicenos no fueran fraccionarias, sino enteras. Así, para el primer defecto se tiene que al cabo de 400 años solares julianos los equinoccios se anticipan 3 días naturales completos con respecto al astronómico, y para el segundo defecto, al cabo de 312 años y medio solares julianos los novilunios se retrasan con respecto a los astronómicos casi un día natural de 24 horas, 2 días al cabo de 625 años, 4 a los 1250 y con más exactitud 8 días a los 2500 años. En estos dos números 400 y 2500 estriban los dos nuevos ciclos necesarios para corregir el calendario antiguo sin necesidad de manejar fracciones de día, y sobre ellos se hicieron las nuevas tablas para el calendario, con las correcciones solar y lunar, suprimiendo en ellas lo que había de más o de menos en los cálculos metónicos y julianos antiguos.

En cada ciclo solar de 400 años se hicieron tres ecuaciones (correcciones) solares, para que suprimiendo en cada ecuación un día al año solar juliano quedase este igualado y ajustado al año solar astronómico al fin de dicho periodo de años. Aunque cada una de estas ecuaciones (correcciones) debía hacerse cada 134 años, que es el espacio de tiempo que necesitan los 11 segundos que hay de más en el año juliano para hacer un día, los autores de la reforma, para facilitar el cómputo propusieron que se hiciesen las tres ecuaciones en los tres primeros años centenarios de cada ciclo solar de 400 años, disponiendo a este fin que se suprimiese el día del bisiesto, y se mantuviera el del cuarto y último centenar del ciclo. Según lo decretado en la reforma el ciclo de 400 años empezó en el año 1601, por lo cual la primera corrección se hizo en el año 1700.

En cada ciclo lunar de 2.500 años se hicieron 8 ecuaciones (correcciones) lunares, para que, aumentando en cada ecuación un día los novilunios, quedase el año lunar metónico ajustado con el verdadero año lunar astronómico. Cada una de estas ecuaciones (correcciones) debían ejecutarse en los intervalos de 312 años y medio julianos, porque este es el tiempo que se necesita para hacer un día con la casi 1 hora y media que hay de menos en el periodo metónico con respecto al astronómico, pero los autores de la reforma, prefirieron hacer cada corrección en

FRANCISCO DE SALINAS Y EL CALENDARIO GREGORIANO
ANA MARÍA CARABIAS TORRES y BERNARDO GÓMEZ ALFONSO

los centenares, que es cuando se omiten los bisiestos correspondientes. Por eso, la primera corrección lunar del año metónico debe hacerse a los 300 años del ciclo, y de 300 en 300 hasta las ocho a los 2400 años del ciclo; de modo que los 100 años que faltan hasta los 2500 se dejan correr. El primer ciclo que rige en la Iglesia después de la reforma empezó en el año 1501.

De estas dos correcciones se origina que el año de la reforma se añadieran 3 unidades a la epacta, y que a partir de ahí las epactas cambien de siglo en siglo de modo que en los años divisibles por 400 la epacta aumenta si hay corrección lunar y si no se queda igual; en los otros años seculares si hay corrección lunar se queda igual y si no disminuye en uno. Esta es la razón de que la tabla de las epactas que va hasta 1700 sea diferente de la que va de 1700 hasta 1899 y esta, de la que va de 1900 hasta 2199, como se muestra en la tabla 6.

1600 (no hay corrección)	1900 (solo corrección solar)	2200 (solo corrección solar)
1700 (solo corrección solar)	2000 (no hay corrección)	2300 (solo corrección solar)
1800 (corrección solar cancelada por la lunar)	2100 (corrección solar cancelada por la lunar)	2400 (solo corrección lunar)

Tabla 6. Años y periodos de las ecuaciones gregorianas

Con estos dos nuevos ciclos solar y lunar, quedó cerrado el plan de la reforma gregoriana, que no deja de lado el cómputo antiguo, sino que solo lo modifica. Así pues, la reforma gregoriana ajustó el día del equinoccio, para ello se suprimieron diez días del mes de octubre del año mismo de la corrección³⁶, provocando conocidas paradojas históricas³⁷. Por causa de la supresión de esos diez días, la letra dominical pasó de G a C. Atendiendo al defecto del año juliano, se modificó la regla de intercalación bisextil, para que en adelante el equinoccio de primavera no se apartara del día 21 de marzo, haciendo que los años bisiestos que ocurrían de cuatro en cuatro años no se consideraran en los años centenares que no son múltiplos de 4. Para hallar con más seguridad el catorce de la Luna Pascual y los días de la Luna en todo el transcurso del año se omitió el número de oro, y en su lugar se tomó el ciclo de las epactas. Se hizo una corrección lunar para restituir las lunas nuevas y sobre todo el catorce de la Luna pascual al mismo estado en que se

³⁶ Se estableció que el día siguiente al 4 de octubre de 1582 fuese el 15 de octubre de 1582.

³⁷ Santa Teresa murió el jueves 4 de octubre de 1582 y fue enterrada al día siguiente, el viernes 15 de octubre de ese año. Shakespeare y Cervantes murieron el 23 de abril de 1616, pero no el mismo día; Shakespeare realmente murió el 3 de mayo. Estas paradojas tienen que ver con la puesta en vigor del calendario gregoriano que suprimió diez días del mes de octubre de forma que al día 4 de octubre de 1582 siguió el 15 de octubre de ese mismo año. Esto se explica porque esta reforma fue adoptada en ese momento por la Monarquía Católica española, pero no por la inglesa, de religión anglicana, de forma que en 1616 en España se seguía el nuevo calendario gregoriano mientras que en Inglaterra regía aún el calendario juliano.

hallaba en el año 325 del concilio de Nicea, y de cuyo estado se habían distanciado 4 días, por el defecto metónico, de modo que en el intervalo de 400 años, se debe disminuir la epacta una unidad.

La reforma alteró las letras dominicales, además de por la supresión de los diez días, por las dos correcciones solar y lunar. Esto hizo que las tablas que relacionaban las letras dominicales con los años del ciclo solar, que eran válidas y generales en el calendario antiguo, se volvieran particulares para el calendario gregoriano, porque el orden de las letras cambiaba según el periodo del ciclo de los 400 años en que se esté. A tal fin, Lilio propuso un método para hacer un calendario perpetuo que indicara el novilunio para todos los días de cualquier año por medio de las epactas. Las epactas son 30 números que se escriben en cifras romanas delante del día del mes, del mismo modo que antiguamente se situaba el número de oro. Pero hay una diferencia entre este número y la epacta; la epacta se sitúa enfrente de todos los días del mes, mientras que el número de oro solo se situaba enfrente de algunos días relacionados con los novilunios de los 19 años del ciclo lunar.

Lilio propuso unas tablas que contemplaban la colocación y distribución que tuvieron en el calendario las 30 epactas diferentes, a lo largo de 30 series de 19 epactas cada una, bajo el nombre de *Tabla general, extensa o dilatada de las series de epactas*. Se trata una tabla de doble entrada, de 30x20, donde cada serie de epactas se señala en sentido retrógrado con una letra del abecedario que hace de índice. La primera columna incorpora las 19 letras del alfabeto, quitando la «o» para que no se confunda con el cero: a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m, n, p, q, r, s, t, u. Estas letras se aplican en minúscula y en su orden hasta agotarse, y luego se repiten 11 más en mayúsculas. Las 30 filas van dando cuenta de la variación de las epactas a lo largo de 19 años. La importancia de estas 30 letras de las 30 filas o tablas, como las llamaban, es que se corresponden con las letras de la tabla de la ecuación con letras (la tabla 8, que es como la 6 pero con letras) y van a servir para identificar la fila o tabla de 19 epactas que corresponde a cada periodo de años de la tabla de la ecuación. La tabla de la «ecuación» con letras es una tabla de nx2, donde la primera columna lleva las letras y la segunda los años iniciales de un periodo, de modo que la letra actúa como contraseña o código identificador de ese periodo de años que interesa diferenciar a los efectos de si hay algún cambio en la sucesión de las epactas.

FRANCISCO DE SALINAS Y EL CALENDARIO GREGORIANO
ANA MARÍA CARABIAS TORRES y BERNARDO GÓMEZ ALFONSO

Áureo	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1	2
P	w	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	8	19
N	29	10	21	2	13	24	5	16	27	8	19	w	11	22	3	14	25	7	18
M	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18	29	10	21	2	13	24	6	17
H	27	8	19	w	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	5	16
G	26	7	18	29	10	21	2	13	24	5	16	27	8	19	w	11	22	4	15
F	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18	29	10	21	3	14
E	24	5	16	27	8	19	w	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	2	13
D	23	4	15	26	7	18	29	10	21	2	13	24	5	16	27	8	19	1	12
C	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18	w	11
B	21	2	13	24	5	16	27	8	19	w	11	22	3	14	25	6	17	29	10
A	20	1	12	23	4	15	26	7	18	29	10	21	2	13	24	5	16	28	9
u	19	w	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	27	8
t	18	29	10	21	2	13	24	5	16	27	8	19	w	11	22	3	14	26	7
s	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18	29	10	21	2	13	25	6
r	16	27	8	19	w	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	24	5
q	15	26	7	18	29	10	21	2	13	24	5	16	27	8	19	w	11	23	4
p	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18	29	10	22	3
n	13	24	5	16	27	8	19	w	11	22	3	14	25	6	17	28	9	21	2
m	12	23	4	15	26	7	18	29	10	21	2	13	24	5	16	27	8	20	1
l	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	19	w
k	10	21	2	13	24	5	16	27	8	19	w	11	22	3	14	25	6	18	29
i	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18	29	10	21	2	13	24	5	17	28
h	8	19	w	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	16	27
g	7	18	29	10	21	2	13	24	5	16	27	8	19	w	11	22	3	15	26
f	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18	29	10	21	2	14	25
e	5	16	27	8	19	w	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	13	24
d	4	15	26	7	18	29	10	21	2	13	24	5	16	27	8	19	w	12	23
c	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23	4	15	26	7	18	29	11	22
b	2	13	24	5	16	27	8	19	w	11	22	3	14	25	6	17	28	10	21
a	1	12	23	4	15	26	7	18	29	10	21	2	13	24	5	16	27	9	20

Tabla 7. *Expansa de Lilio. Las letras señalan las líneas de las epactas* (Salinas, 1583, f. 21)

FRANCISCO DE SALINAS Y EL CALENDARIO GREGORIANO
ANA MARÍA CARABIAS TORRES y BERNARDO GÓMEZ ALFONSO

Años	Línea de Epactas	Años	Línea de Epactas	Años	Línea de Epactas
1582	D	2500	u	3500	p
1600 Bis	D	2600	t	3600 Bis L	q
1700	C	2700 L	t	3700	p
1800 L L	C	2800 Bis	s	3800	n
1900	B	2900	s	3900 L	n
2000 Bis	B	3000 L	t	4000 Bis	n
2100 L	B	3100	r	4100	m
2200	A	3200 Bis	r	4200 Bis	l
2300	u	3300 L	r	4300 L L	l
2400 Bis L	A	3400 Bis	q	4400 Bis	l

Tabla 8. De la ecuación de las Epactas para saber qué línea de la tabla general de las Epactas se ha de tomar cada siglo (Bails, 1775, p. 234)

Por último, la tabla «expandida» de Lilio (tabla 7) se condensa en una «perpetua», que es equivalente; de modo que una es una adaptación de la otra. La tabla «perpetua» es de 3×10 , y lleva en la misma casilla la letra y la epacta. Es una tabla de lectura circular que engloba las 30 filas de la expandida, ya que situándose cada vez en una letra y avanzando a partir de ella se van obteniendo las 30 filas o tablas de epactas.

Aunque el calendario gregoriano fue utilizado de forma casi inmediata en todos los países católicos, en los países protestantes, reacios a aceptar las normas de la Iglesia de Roma, la reforma tardó en implantarse muchos años. Mientras tanto, los matemáticos continuaron buscando un modelo de cuya formulación se pudieran extraer con facilidad las fechas clave del calendario. En 1800 Carl Friedrich Gauss (1777-1855) desarrolló una fórmula para calcular la Pascua prácticamente definitiva. Consiste en lo siguiente: sea A el año del que se quiere calcular la Pascua y M y N dos constantes cuyos valores corresponden a los periodos de las ecuaciones gregorianas, como se muestra en la siguiente tabla:

Periodo	1582-1699	1700-1799	1800-1899	1900-2099	2100-2199	2200-2299	2300-2399	2400-2599
M	22	23	23	24	24	25	26	25
N	2	3	4	5	6	0	1	1

Tabla 9. Valores de los parámetros M y N

Sean a , b y c los restos de A módulo 19, 4 y 7 respectivamente, d es el resto de $(19a+M) \bmod 30$, y e es $(2b+4c+6d+N) \bmod 7$. Si $d + e < 10$, entonces la Pascua caerá en el día $(d + e + 22)$ de marzo. En caso contrario ($d + e > 9$), caerá en el día $(d + e - 9)$ de abril. Así, por ejemplo, para 2013:

M	N	a	b	c	d	e	$d+e$	$d+e+22$
24	5	18	1	4	6	3	9<10	31 luego la Pascua cayó en 31 de marzo

Existen dos excepciones a tener en cuenta: si la fecha obtenida es el 26 de abril, entonces la Pascua caerá en el 19 de abril; y si la fecha obtenida es el 25 de abril, con $d = 28$, $e = 6$ y $a > 10$, entonces la Pascua caerá en el 18 de abril.

Como se puede vislumbrar, estas letras de la fórmula de Gauss están relacionadas con los parámetros de los ciclos lunares y con sus correcciones comentados en los apartados anteriores. La a está ligada a los 19 años del ciclo lunar, b y c a los 28 del ciclo solar, 4 por los bisiestos y 7 por los días de la semana, d es aproximadamente el número de días desde el equinoccio hasta la Luna llena, e es el número de días desde esa fecha hasta el domingo de Pascua. La fórmula $19a + N \pmod{30}$ está relacionada con la epacta, que avanza de 11 en 11 cada año. Las variables M y N están relacionadas con las correcciones lunar y solar respectivamente.

4. EL CONTENIDO DE LAS ANOTACIONES... DE SALINAS

¿Cómo aplicó Salinas esta teoría conocida previamente por él a su explicación de la reforma del calendario? Para Salinas, la solución más conveniente al error del calendario eclesiástico nacido de las anticipaciones del equinoccio de primavera y del novilunio pascual era la que había proporcionado Lilio; concretamente la aplicación de su tabla decemnovenal «expandida» a las 30 epactas, y de la tabla «perpetua» que se sigue de ella. Con este objetivo redacta un «manual» (las *Anotaciones...*), donde va dando cumplida explicación, a lo largo de 16 apartados que él denomina «reglas», de los diferentes parámetros de esa tabla y de los que se sacan de ella, así como de algunos de sus efectos en relación a las tablas antiguas, e inconvenientes por los cambios en las fechas reales de algunos acontecimientos históricos³⁸.

³⁸ Las reglas que propone para llevar a cabo la explicación son las siguientes:

1. «Primera regla que trata del áureo número, o círculo lunar.
2. «Segunda regla del círculo solar y letra dominical.
3. «Tercera regla de las epactas y novilunios, que suceden en lugar de los números áureos.
4. «Cuarta regla de la tabla de la ecuación para conformar los años solares con los lunares.
5. «Quinta regla de la tabla expandida de Lilio y cómo de ella se saca la perpetua del calendario y de la del calendario se puede también sacar la que hasta ahora se usaba del cómputo del Dinosio [el Exiguo].
6. «Sexta regla de la necesidad que hubo de hacer para la diversidad de los tiempos la tabla de la ecuación de los años solares con los lunares sin la cual ninguna cosa se hubiera hecho para la corrección del calendario.
7. «Séptima regla en que se muestra cómo se hace la tabla primera después de la corrección del calendario a la letra de la ecuación D de la tabla de las 30 epactas. Y de algunas cosas dignas de considerar en ella.
8. «Octava regla en que se muestra el arte para sacar la segunda tabla después de la corrección del calendario a la letra de la ecuación C y cómo se reduce a la mano de la manera que la primera.
9. «Novena regla en que se muestra cómo se saca la tabla tercera para el año de 1900, hasta el de 2200, exclusive de la tabla perpetua del calendario y de otras cosas tocantes a ella, y a todas 30 tablas en universal.

FRANCISCO DE SALINAS Y EL CALENDARIO GREGORIANO
ANA MARÍA CARABIAS TORRES y BERNARDO GÓMEZ ALFONSO

En la primera regla, muestra cómo el número áureo, además de para numerar los años de 19 en 19, se usaba para contar los días de los meses.

En la segunda regla, Salinas muestra cómo aprovecharse de las siete letras dominicales, no solo para saber en qué día entra el año, sino también para conocer en qué día entra el mes y la semana, mediante la regla nemotécnica tradicional de las siete «coyunturas» de los cuatro dedos de la mano, sin contar el pulgar: una letra para cada coyuntura³⁹. En este apartado, Salinas, da cuenta de cómo afecta la supresión de los diez días y de los años bisiestos seculares acordada en la reforma gregoriana al cómputo de las letras dominicales sobre las coyunturas de la mano⁴⁰.

En la tercera regla, explica el significado de la epacta y del cómputo de sus 19 valores por el procedimiento tradicional de contar de 11 en 11 quitando los meses completos. Después introduce las tablas de los valores de la epacta tras la corrección del calendario para los periodos que van de los años 1582 a 1700, de 1700 a 1900 y de 1900 a 2200. Lo que diferencia a estas tres tablas es que las epactas de un mismo número áureo disminuyen una unidad, al avanzar de periodo. Finalmente explica cómo hallar los novilunios de un año usando estas tablas.

-
10. «Décima regla de la orden que llevan los áureos números en los principios y fines de todas las 30 tablas.
 11. «Oncena regla que trata de los embolismos qué cosa sean, y de cómo se varían variándose la letra de la ecuación en todas las 30 tablas.
 12. «Docena regla, de otra nueva consideración sobre la naturaleza de los embolismos muy digna de tener ser sabida.
 13. «Décima tercia regla de las 30 letras de la ecuación que se hallan en la tabla expansa de Lilio y en la perpetua del calendario como están en las 3 tablas y otras cosas.
 14. «Catorcena regla que muestra a hallar los áureos números que responden en todos los tipos a las 30 epactas por todas las 30 tablas, por lo cual se entiende también el verdadero modo para hallar las más bajas cuartas décimas.
 15. «Quincena regla de lo que es necesario considerar para entender mejor el calendario del año, y en qué año de círculo solar padeció nuestro señor Jesucristo y los inconvenientes que parece haberle seguido de la corrección del año, y que han sido mayores los bienes que de ella han resultado.
 16. «Décima sexta reglas de una tabla temporaria hasta el año de 1595 del año e[n]mendado, cotejada con la que fuera sino se enmendara».
- ³⁹ Así, identifica los siete días de la semana con las siete «coyunturas» del puño: 4 nudillos y 3 inter-nudillos, de acuerdo con el versito: A, B, C extra, D, E, F, intra, G supra.

Índice Medio Anular Auricular
D E F G A B C

⁴⁰ Ese año de 1582 tenía la letra dominical G, y por tanto el 1º de octubre, que siempre empieza en A como el 1º de enero, tuvo que ser lunes, el 2º de octubre B martes, el 3º de octubre C miércoles y el 4º de octubre D jueves.

Letra	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C
Octubre	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13º	14º	15º	16º	17º
Día	L	M	X	J	V	S	Ð	É	M	X	J	V	S	Ð	V en vez de lunes	S	D

Al quitar los 10 días para pasar del 4 jueves al 15 de octubre viernes de 1582, se suprimieron E, F, G, A, B, C, D, E, F, G, de modo que al viernes 15 le correspondió la letra A, y al domingo la letra C.

En los apartados del cuatro al nueve de las *Anotaciones...* Salinas aborda la tabla de la ecuación, la «expandida» de Lulio y la «perpetua» que se saca de ella.

Para ilustrar el procedimiento circular con el que se sacan todas las tablas de las 30 epactas de la «perpetua», para periodos particulares de la tabla de la ecuación, toma tres tablas como ejemplo (reglas 7, 8 y 9).

En las reglas diez a catorce Salinas aborda la determinación de los números áureos y de los años embolismales, que no son otros que los años en los que se añade un mes lunar para concordar con el año civil.

En el apartado quince da cuenta de varios inconvenientes que trae la reforma en relación con la data de algunas importantes fechas históricas, como son la de la canonización de Francisco de Paula (año 1519), la de la victoria contra los turcos en 1571 (batalla de Lepanto) o incluso las fechas de la Pasión y muerte de Jesucristo. Aún más, advierte a los obispos y prelados de los monasterios, con cierta ironía, que cuando ordenen a los que entran en religión tengan en cuenta la supresión de los diez días para que se cumplan correctamente los plazos establecidos (f. 61r.).

Finalmente, a título de conclusión, Salinas explica el porqué de algunas diferencias en relación con la fecha de celebración de la Pascua entre el calendario antiguo y el nuevo.

Estas son las cosas que explica Salinas, como él dice, no porque las haya aprendido de los padres de la reforma, «sino porque nuestro Señor se ha servido de dárselas a entender».

5. CONCLUSIÓN

En este estudio hemos ofrecido un comentario de un documento de carácter matemático hasta ahora desconocido de Francisco de Salinas. A juzgar por el contenido del mismo, probablemente Salinas hubiera resultado muy útil a la comisión salmantina sobre la reforma del calendario, pero no se le convocó al efecto. Sin embargo, siendo él tan amigo de fray Luis de León, perteneciendo el fraile a la citada comisión y estando todos tan apurados ante la premura que el rey imponía para la redacción del informe sobre el calendario solicitado, es probable que Salinas contribuyera a través de su amigo con alguno de estos cálculos a los debates salmantinos que tuvieron lugar durante la primavera y el verano del año 1578.

En todo caso, las *Anotaciones sobre el calendario gregoriano...* representan una temprana explicación en lengua vernácula del contenido del nuevo calendario y —que sepamos— la única exposición puramente matemática que redactó el músico, en la que se pone de manifiesto la capacidad de cálculo mental de un invidente, o cuando menos su destreza para realizar complejas operaciones aritméticas ayudándose de las articulaciones de la mano.

Créditos de procedencia de las imágenes

Las imágenes que no aparecen acreditadas en la presente relación proceden del tratado *De Musica libri septem* de Francisco de Salinas, Salamanca, Matías Gast, 1577 o han sido elaboradas por los propios autores.

CAPÍTULO 1

Figs. 1 y 2: Kepler, Johannes. *Harmonices Mundi*. Linz: Godofredi Tampachii, 1619. En: Archive.org (<http://archive.org/details/ioanniskeplerih00kepl>).

Fig. 8 : Zarlino, Gioseffo. *Istitutioni harmoniche*. Venecia: Francesco dei Franceschi Senese, 1558. En: *Music Treatises of Gioseffo Zarlino* (CD-ROM). *Thesaurus musicarum italicarum*. Universidad de Utrecht.

Figs. 9, 11 y 12: Mersenne, Marin. *Harmonie Universelle, contenant La Théorie et la Pratique de la Musique. Livre Premier des Instruments*. Paris: Sebastien Cramoisy, 1636. En: Bibliothèque National de France. Gallica (gallica.bnf.fr).

CAPÍTULO 3

Fig. 2 : Zarlino, Gioseffo. *Sopplimenti musicali*. Venecia: Francesco dei Franceschi Senese, 1588, lib. IV, cap. 30. En: *Music Treatises of Gioseffo Zarlino* (CD-ROM). *Thesaurus musicarum italicarum*. Universidad de Utrecht.

Fig. 3: Artusi, Giovanni M. *L'Artusi, ovvero delle imperfezioni della moderna musica*. Venecia: Giacomo Vincenti, 1600, fol. 21r-21v. En: Bayerische Staatsbibliothek, Digitale Bibliothek (<https://www.bsb-muenchen.de/Digitale-Sammlungen.72.0.html>).

Fig. 5: Nieto González, J. R., y Paliza Monduate, M. T. *Arquitecturas de Ciudad Rodrigo*. Ayuntamiento de Ciudad Rodrigo, 1994, pp. 52 y 55.

CAPÍTULO 4

Fig. 1: Lefèvre d'Étaples. *Elementa musicalia*. 1496, III, f. g6v, 2. En: *Thesaurus musicarum latinarum*. Indiana University (<http://www.chmtl.indiana.edu/tml/start.html>).

Fig. 2: Fogliano, Lodovico. *Musica Theorica*. III, 2, f. 36r. En: *Thesaurus musicarum latinarum*. Indiana University (<http://www.chmtl.indiana.edu/tml/start.html>).

Fig. 4: Goldáraz Gaínza, J. Javier. *Afinación y temperamentos históricos*. Madrid: Alianza, 2004, p. 126.

CAPÍTULO 5

Fig. 1: Salinas, Francisco de. *Anotaciones sobre el calendario gregoriano* (1583). En: Biblioteca Nacional de España, sign. ms. 23106.

CAPÍTULO 11

Fig. 1: Narbáez, Luys de. *Los seys libros del Delphín*. Valladolid: Diego Hernández de Córdoba, 1538. En: Biblioteca Nacional de España (Madrid), sign. R. 9741.

Fig. 2: Pisador, Diego. *Libro de música de vihuela*. Salamanca: D. Pisador, 1552. En: Biblioteca Nacional de España, sign. R. 14060.

Fig. 3: Fuenllana, Miguel. *Orphénica lyra*. Sevilla: Martín de Montedoca, 1554. En: Biblioteca Nacional de España, sign. 9283.

Fig. 29: *Cancionero de la Sablonara*. En: Bayerische Staatsbibliothek, Múnich, BSB, Cod. hisp. 2.

Figs. 31 y 42: *Cancionero musical de Palacio*. En: Biblioteca del Palacio Real (Madrid), sign. II/1335/1335.

Fig. 34: Valderrábano, Enríquez de. *Libro de música de vihuela intitulado Silva de sirenas*. Valladolid: Francisco Fernández de Córdoba, 1547. En: Biblioteca Nacional de España, sign. 14018.

Fig. 36: Bermudo, Juan. *Arte Tripharia*. Osuna: Juan de León, 1550. En: Biblioteca Nacional de España, sign. M/1366.

Fig. 39: Fuenllana, Miguel. *Orphénica lyra*. Sevilla: Martín de Montedoca, 1554. En: Biblioteca Nacional de España, sign. 9283.

CAPÍTULO 13

Fig. 1: Cerone, Pietro. *El melopeo y maestro*. Nápoles: G. B. Gargano & L. Nucci, 1613. En: Biblioteca Digital Hispánica (bdh.bne.es/bnearch/detalle/3512912).



En los talleres salmantinos de Intergraf
terminose de estampar este acopio de estudios
en conmemoración del quinto centenario del nacimiento
del maestro Francisco de Salinas, siendo el día 11 de junio de 2014,
víspera de que la ciudad celebre con música más ruidosa que *estremada*
la festividad de su patrono San Juan de Sahagún, colegial de la misma Universidad
de Salamanca en la que fuera catedrático Francisco en otro tiempo de los ochos siglos que
en 2018 cumplirá de su fundación, la más antigua de todas las que en el mundo hablan español.

