Las matemáticas en el arte, la música y la literatura

JAVIER PERALTA
Universidad Autónoma *de Madrid*

1. INTRODUCCIÓN

Resulta frecuente observar en la enseñanza, lamentablemente, una considerable desconexión entre sus diversas asignaturas; y es que entraña no poca dificultad abordar distintas teorías científicas desde diferentes ópticas. Las causas de ese divorcio son varias y, en nuestra opinión, no son debidas exclusivamente a la amplitud de los programas . lo que aconseja no «perder el tiempo» en poner de manifiesto esas relaciones ., sino a una preocupación, hasta cierto punto encomiable pero sin duda perjudicial para la formación de los alumnos, de no hablar más que de aquello que mejor se conoce.

Si -nos referimos en particular a las matemáticas, es probable que una de las razones de esa relativa aversión existente hacia ellas sea el hecho de que tradicionalrnente hayan sido objeto de una enseñanza que podría calificarse en cierto modo de deshumanizada (Servais, 1980), en la que se muestran corno una disciplina fría y cerrada, y sin ninguna relación con otras parcelas del conocimiento,

La idea que suele tenerse sobre ellas, en efecto, es que aislan del mundo y de los demás, corno ha quedado reflejado en frases corno la siguiente: «La matemática sólo sirve para el desarrollo del gusto de los razonamientos sutiles» (Le Bon). Y es que en su enseñanza únicamente se acostumbra a poner énfasis en aquellos desarrollos internos de la materia que marcan los programas vigentes, procurándose en el mejor de los casos el hacerlo con eficacia.

A la vista de ese panorama, liemos querido contribuir con este trabajo a subsanar en alguna medida ese desatino pedagógico, intentando sacar a las matemáticas de la situación de aislamiento tan nociva para la enseñanza en que generalmente suelen ofrecerse. Más en concreto, hemos tratado de mover a la reflexión a maestros y profesores haciendo patente algunas relaciones de interdisciplinariedad, como su presencia en el arte, la música y la literatura; áreas de la cultura de las que de ordinario aparecen alejadas.

La aliada primordial para nuestro propósito ha sido la historia de la matemática, a la que liemos acudido con frecuencia (Boyer, 1986; Rey Pastor y Babini, 1986), y de la que distintos autores entre los que nos incluimos (Bouvier y otros, 1986; Peralta, 1995) ya han resaltado su importancia en otras ocasiones. Esta opinión quedará ratificada de nuevo en las siguientes páginas, en las que será puesta de manifiesto una vez más su relevancia corno recurso didáctico en la enseñanza y en la formación de profesores.

2. ALGUNAS RELACIONES CONOCIDAS y PRELUDIO DE OTRAS

Retomando el principal argumento expuesto en la Introducción, y a pesar de las opiniones expresadas por Galileo (el.a naturaleza es un libro abierto, y el lenguaje en que está escrito es el de la matemática»), Klein («00. las bases sobre las cuales reposa la explicación científica de la naturaleza son inteligibles sólo a aquellos que han aprendido, por lo menos, los elementos del cálculo»), o Kant (eUna ciencia es únicamente exacta en la medida en que usa la matemática»), no es del todo inusual, ni mucho menos, que el profesor de matemáticas pase por alto incluso las innegables conexiones de esta materia con las ciencias de la naturaleza y la tecnología.

y si no se resaltan a veces vínculos tan evidentes, mucho menos se acostumbra a señalar la presencia de las matemáticas en las ciencias sociales (tasas, índices, gráficas, mapas a escala, crecimiento demográfico, curva logística, 00.) ni en otras áreas. y hay muchas: baste citar COIIIO muestra de ello la ley de Fechner-Weber, perteneciente a la psicología, que relaciona los cambios de magnitud de los estímulos y las sensaciones producidas, y establece que las segundas crecen según el logaritmo neperiano de los primeros; o, en el dominio de la pedagogía, la ley obtenida por L Thurstone . experto en métodos cuantitativos del aprendizaje ., que expresa los éxitos que se pueden conseguir después de un determinado número x de sesiones prácticas: $((x)=a(x+b)/(x+c)$; por no hablar de la irrupción de la estadística en la práctica totalidad de los campos del saber.

En otro orden de ideas, parece existir en la actualidad la percepción de que las matemáticas no formaran exactamente parte de la cultura: «La sociedad de España se encuentra, por tradición de siglos, con una cultura fuertementeescorada hacia sus componentes humanísticas. En España, cultura parece ser sinónimo de literatura, pintura, música,.... Muchas de nuestras personas ilustradas no tienen empacho alguno en confesar abiertamente su profunda ignorancia respecto a los elementos más básicos de la matemática y de la ciencia y hasta parecen jactarse de ello sin pesar ninguno» (Gil y Guzmán, 1993).

Sin embargo, parece obvio constatar que eso no ha sucedido así de ningún modo a lo largo de la historia, sino que por el contrario, las matemáticas han sido consideradas COll10 una materia que necesariamente debiera estar incluida dentro del bagaje cultural de una persona bien formada (no estaría de 111ás recordar el «Prohibido entrar a quien no sepa geometría» escrito a la entrada de la *Acedemie* de Platón), y que han estado presentes en prácticamente todas las áreas del conocimiento, COI110 será puesto de manifiesto en los siguientes apartados. En ellos se hará patente cómo su historia -y más generalmente la historia de la civilización- permite poner en evidencia alguna de esas conexiones con disciplinas como el arte, la música o la literatura, con las que en cambio no es frecuente advertir una relación.

3. MATEMÁTICAS Y ARTE

Corno es sabido, la matemática ha formado parte desde la cultura griega de las llamadas *artes liberales*, concretamente del *ouedriviutn*, que comprende la aritmética (estudio de los «números en reposo»), la geometría (las «magnitudes en reposo»), la música (los «números en movimiento») y la astronomía (las «magnitudes en movirniento»). Y así está representada en numerosos lugares, COI110 el Museo de Arte Románico de Barcelona, donde la aritmética y la geometría vienen acompañadas por Euclides y Pitágoras, respectivamente; o la Biblioteca del Monasterio de El Escorial, donde están encarnadas, entre otros, por Arquitas y Boecio la primera de ellas, y por Arquímedes y Aristarco la segunda.

En concreto, de su relación con la pintura hay constancia en un buen número de cuadros y grabados en los que aparecen diferentes motivos matemáticos, Algunos de ellos son: *Luca Pacioli* y un *joven* de J. de Barbari (1494), en donde pueden observarse distintos dibujos de figuras geométricas y sólidos platónicos (Museo de Capodirnonte, Nápoles): *La escuela de* Arenas de Rafael (1509), que representa a Pitágoras y a Euclides trazando figuras geométricas en una pizarra (Museos Vaticanos); *Melancolía,* grabado en cobre de A. Durero (1514), en el que se advierte un cuadrado mágico de orden 4, cuyos dos números centrales de la cuarta fila indican el año de su realización (Colección Zafiropoulus, Lausana); *Los embajadores* de H.Holbein (1533), en donde se aprecian un libro de aritmética junto a una escuadra y varias figuras y cuerpos geométricos (National Gallery, Londres); Mujer *joven* de J. Villon (1912), en el que están presentes diversos problemas geométricos (Museo de Filadelfia); *Números grises* de J. Johns (1958); *Variaciones* de *cubos incompletos* de S. Lewitt (1974); y un largo etcétera.

De igual modo queda patente esa interdependencia al observar las evoluciones del arte pictórico y de las matemáticas en determinadas ocasiones. Así se aprecia al analizar la lenta transformación en la pintura de los sistemas de representación (Castelnuovo, 1977): la escena reflejada en el *]Japiro del libro de los muertos* (1570-600 a.C.), por ejemplo, es absolutarnenre estática; tornando otra de siglos más tarde, COrTIO *Los ciervos* en *pri*mavera (años 400·450, Mausoleo de Galla Placidia), los ciervos parecen moverse, aunque falta del todo la profundidad; transcurrido un tiempo, si nos fijamos en *El festín de Herodes* de Giotto (1320), se da ya un gran avance en la sensación de profundidad, pero hay algún error en la representación espacial, yeso mismo puede percibirse en otros cuadros de esa época, corno *La* Anunciación de Lorenzetti (1344); si tornamos en cambio COI110 muestra casi siglo y medio después la escena pintada por Perugino en la *Capilla Sixtina* (1481), la perspectiva ya es perfecta. De esta perspectiva nacida pues en el seno de la pintura, e incluso estudiada inicialmente por artistas, corno León Battista Alberti (1404·1472), Piero della Francesca (1416·1492), Leonardo da Vinci (1452·1519) o Albrecht Durero (1471;1528), que trataron de hallar sus fundamentos científicos, aflora asitnismo en el Renacimiento la perspectiva corno disciplina matemática, y más en concreto corno rama de la geometría . que prácticamenre no había progresado en toda la Edad Media ., y de la que habrán de surgir en el transcurso de los dos siglos siguientes la geometría descriptiva y la geometría proyectiva.

Otra ocasión en que se pone de manifiesto la relación entre las matemáticas y la pintura se advierte al contemplar; en la segunda mitad del siglo XIX, el paralelismo que existe entre una cierta liberalización del arte de la realidad visual en pintores como Cézanne, Gaugin o Van Gogh, por ejemplo, y el descubrimiento de las geometrías no euclídeas, corno son la geometría hiperbólica de Lobachevski y la geometría elíptica de Riemann, cuyas interpretaciones físicas son independientes del mundo real apreciado por los sentidos.

Dejando ahora ya la pintura, se puede asimismo detectar la presencia de las matemáticas en la arquitectura. Baste para ello con pensar en la *divina proporción* de Luca Pacioli, también denominada *sección áurea* por Leonardo da Vinci y sección *divina* por Kepler, que surgió en relación con el descubritniento de los números irracionales por los pitagóricos- causa, por cierto, de la primera crisis de fundamentos de la matemática . al hallar el cociente entre las longitudes de la diagonal y el lado del pentágono regular.

Corno es sabido, la razón áurea es considerada la proporción más bella y armoniosa desde un punto de vista estético, lo que ha sido comprobado por Fechner (1876) entre otros, quien presentó a algunos centenares de personas diez rectángulos diferentes para que eligieran el más satisfactorio para la vista, siendo el más valorado aquel cuya razón entre los lados era $34/21=1'619...$, que difiere de la razón áurea $(1+\sqrt{5})/2=1'618...$ en una cantidad inapreciable. Por ese motivo aparece precisamente en incontables lugares de la historia del arte (Dilke, 1996; Ghyka, 1992), como en capiteles corintios, en las fachadas del Partenón de la Acrópolis"de Atenas y de la catedral de Nótre Dame de París, en numerosos templos griegos y catedrales góticas, en palacios renacentistas e incluso en arquitectura moderna corno el Palacio de Cristal (sede de las Naciones Unidas en Nueva York). Y habría que destacar igualmente su presencia en otras civilizaciones, corno en el arte sacro de Egipto, la India, China, el Islam, etc. (en la construcción de la Gran Pirámide se establece la curiosa relación $\pi\sqrt{\phi}=4$, obviamente inexacta, entre el número 7t y ϕ, número áureo).

Digamos para finalizar que la razón áurea ha sido también utilizada en diferentes figuras ornamentales, como la espiral de Durero y la cruz de Lorena (Peralta, 1996), y que asimismo está presente en multitud de objetos cotidianos, corno cassettes, paquetes de tabaco, tarjetas de crédito,...

4. MATEMÁTICAS y MÚSICA

La relación de la música con las matemáticas, establecida ya por los pitagóricos, no es sin embargo suficientemente conocida o admitida, a pesar de estar avalada por opiniones como las siguientes: «La música es un ejercicio de aritmética secreta» (Leibniz), «La geometría es una música inmóvil» (Goethe), «La música es un arte terriblemente euclidiano» (Alejo Carpentier), etc. Asimismo Puig Adarn vierte afirmaciones del estilo: «tal vez sea la música la matemática del sentido y la matemática la música. de la razón» (Puig Adam, 1960) en su capítulo *La Matemática* y *la belleza.*

Como señala Aristóteles, «la música es la ciencia de toda proporción y toda relación como tal», pues lo que aprecia el oído humano al escuchar dos sonidos a la vez no es la diferencia de sus frecuencias, sino factores de proporcionalidad entre las mismas; en consecuencia, la división de la escala en notas musicales no es aritmética, es proporcional, y la comprensión de este proceder es esencial para entender los fundamentos de los distintos sistemas de afinación. Del más antiguo de ellos, el sistema pitagórico, nos ocuparemos a continuación, y veremos cómo en sus principios están presentes elementos y razonamientos maternáticos; con ello quedará patente una de las muchas conexiones existentes entre la música y las matemáticas,

El sistema pitagórico de afinación tiene su origen en el experimento realizado por Pitágoras consistente en tensar una cuerda musical, que al vibrar producía un sonido que tornó corno fundamental: el tono. Dividió entonces la longitud de la cuerda en doce partes iguales, numerando los puntos de división de a 12; a continuación la hizo sonar pisando en el número 6, y observó que de este modo se producía la octava. Asimismo comprobó que pisando en el 9 se obtenía la cuarta, y haciéndolo en el 8 se lograba la quinta. En resumen, en las relaciones $6/12=1/2$, $8/12= 2/3$ y $9/12 = 3/4$ se reflejaban la octava, la quinta y la cuarta, respectivamente.

Por tanto, los números 1, 2, 3 y 4 (la Tetraktys), que dispuestos en forma de pila configuran el triángulo equilátero y cuya suma es el número 10, para ellos místico, definían igualmente con sus proporciones relativas los sonidos más armónicos: todo ello establecía una evidente conexión entre números, figuras y sonidos (Guzmán, 1986). Además, los números 12, 9,8 y 6, asimismo determinantes de esas relaciones musicales, constituían por otra parte una cuaterna de gran interés en cuanto a sus propiedades aritméticas, pues el segundo y el tercero son, respectivamente, la media aritmética y la media armónica de los dos extremos, y las medias geométricas de éstos y de los números intermedios son coincidentes ($9=(12+6)/2$, $1/8=(1/12+1/6)/2$, $(12.6)1/2=(9.8)1/2$).

Pero sigamos deduciendo el sistema pitagórico. Para establecer un modelo de afinación hay que realizar una partición del intervalo cerrado [1,2] en siete trozos, es decir, intercalar seis puntos entre 1 y 2. En nuestro caso los dos primeros serán, de acuerdo con lo anteriormente expuesto, sus Inedias armónica y aritmética: $2.1.2/(1+2)=4/3$ y $(1+2)/2=3/2$, por lo que se tiene de momento: 1, 4/3, 3/2, 2. Por otro lado, corno 4/3 refleja la cuarta y 3/2 la quinta, habrá que añadir dos nuevos puntos entre y $4/3$, y otros clos entre $3/2$ y 2. Si atribuimos a Do el valor 1 y tenernos en cuenta que su quinta es Sol, a esta última nota le corresponderá $3/2$, y en consecuencia y por análogas razones, Fa tendrá el valor $4/3$ y 2 la nota Do de la octava superior.

Al ser $(3/2)/(4/3)=9/8$ la relación entre las notas consecutivas Fa y Sol, se intentará que los nuevos términos a determinar también 10 verifiquen. Entre 1 y $4/3$ se intercalarán por tanto dos términos a y b tales que $a/l=b/a=9/8$, lo que conduce a que $a=9/8$, $b=81/64$. De este modo, en la cuaterna 1, $9/8$, $81/64$, $4/3$, se ha conseguido lo que se buscaba (el cociente entre cada término y el precedente es $9/8$), pero con una excepción: entre el cuarto y el tercer término la relación es $\lambda=256/243$, razón a la que Platón llamó *leunin«* o *remenente*.

De forma análoga se añadirán dos términos e y d entre $3/2$ y 2: $c/(3/2)=d/c=9/8$, de donde se deduce que deben ser $c=27/16$ y $d=243/128$; y se puede comprobar igualmente que en la sucesión $3/2$, $27/16$, $243/128$, 2, la razón entre cada término y el anterior es $9/8$, salvo entre los dos últimos que es λ. Resumiendo, los valores atribuidos a cada nota son:

Do: 1, Re: $9/8$, Mi: $81/64$, Fa: $4/3$, Sol: $3/2$, La: $27/16$, Si: $243/128$, Do: 2, y el cociente entre los valores asignados a una nota y su precedente es $9/8$, salvo en los casos Mi-Fa y Si-Do que es λ; los primeros corresponden al tono y los segundos al semitono diatónico.

Por supuesto que no es necesario deducir los valores concernientes a cada nota mediante un enfoque tan matemático, sino que es posible hacerlo de manera más sencilla teniendo en cuenta simplemente que el sistema pitagórico está basado en el encadenamiento de quintas (Zamacois, 1975). En efecto: si comenzamos atribuyendo a Do el valor 1, a su quinta que es Sol le corresponderá $3/2$; la quinta de Sol es Re' (Re de la siguiente octava), que tendrá asignado el valor $(3/2)2=9/4$; la quinta de Re' es La' de valor $(3/2)3=27/8$; la quinta de La' es Mi" (Mi de la octava siguiente a la-anterior), que le corresponderá $(3/2)4=81/16$; y la quinta de Mi" es Si", de valor $(3/2)5=243/32$. Se tienen, pues, Do: 1, Sol: $3/2$, Re: $(9/4)/2=9/8$, La: $(27/8)/2=27/16$, Mi: $(81/16)/4=81/64$, Si: $(243/32)/4=243/128$. Falta únicamente Fa, que puede obtenerse de la octava anterior-a la de partida razonando así: corno la quinta de Fa de la octava anterior es Do, tendrá asignado el valor $2/3$, y Fa de nuestra octava será $4/3$. Los resultados coinciden, pues, con los que se obtuvieron de la forma precedente.

De manera parecida podrían seguir hallándose los sostenidos y bemoles,

5. MATEMÁTICAS y LITERATURA

Entre todas las ramas del saber, posiblemente sea la matemática la que posea más el carácter de disciplina y exigencia, debido a ser la más lógica, esquemática, formal y sistemática: lo que le confiere un aspecto .de fortaleza cerrada y severa (Servais, 1980).

En ese estado de cosas lógicamente su lenguaje no se anda con florituras, sino que suele mostrarse con unas características específicas de claridad, precisión y concisión; si bien, rebuscando, podrían hallarse excepciones, como el modo utilizado por el matemático Rey y Heredia para definir el número e: «es la potencia infinita obtenida por la evolución infinita de la unidad estéril, fecundada por la adición de un elemento infinitesimal», que continúa aún de manera másenrevesada y barroca (Etayo, 1990).

Este último caso, bastante inusual por cierto y que ha sido mencionado únicamente con intención hu111orística, no debería sin embargo hacernos olvidar cuál es la forma habitual del lenguaje matemático y más generalmente del lenguaje científico, en el que «la Única elegancia permitida es la claridad», corno afirma Marañón, Aunque este modo de expresión también es compartido de alguna manera por otros escritores no científicos, corno por ejemplo Baraja: «Para mí, el ideal en el estilo no era el casticismo, ni el adorno, ni la elocuencia; lo era en cambio, la claridad, la rapidez. Lo que se necesita es exactitud y claridad; después, si se puede, elegancia, pero lo primero es exactitud».

Por otro lado, hay quienes consideran que esa forma tan escueta de expresarse y ese exclusivo culto a la claridad contribuyen a aislar aún más a las matemáticas del común de los ciudadanos: «Las matemáticas están en el último lugar de la comunicación con el público en general» U. Bernstein); y permiten asimismo extraer algunas conclusiones no muy favorables sobre los libros de matemáticas y sus autores (Kline, 1976): «La escritura de los matemáticos profesionales tiene un estilo propio. Es sucinta, monótona, simbólica y dispersa. La preocupación principal es la correeción, Pero los buenos textos deben tener un estilo vivo, atraer el interés, decir a los estudiantes dónde van y por qué. El escribir es un arte y los matemáticos no lo cultivan».

Parece deducirse de esta última cita que los matemáticos no fueran buenos escritores; opinión sobre la que realmente no tenernos un juicio formado, pero que probablemente sea válida para algunos· o quizá muchos . de ellos. Lo que en cambio sí parece probado, aunque seguramente sea poco conocido . como casi todo lo concerniente a las matemáticas ., es que han existido, y existenun buen puñado de matemáticos que han cultivado el arte de escribir, incluso para hablar de matemáticas. Así comenta por ejemplo Menéndez Pelayo del libro de matemáticas de Pérez Moya *Arithmétice práctica* y *speculutivs* (1562): «puede pasar todavía corno texto de lengua, y dar a nuestros tratadistas más de una lección de aquella lúcida amenidad que hasta en las matemáticas cabe» (Etayo, 1990).

Pero no hace falta irse a tiempos tan lejanos para encontrar rasgos de esos buenos escritores, pues ha habido otros muchos más cercanos, corno el matemático H. Poincaré (1854.1912), considerado en su época uno de los mejores prosistas franceses; o el más famoso de Charles L. Dogson, matemático del siglo XIX universalmente renombrado corno autor de */vlici«* en *el país* de *las merevilles* escrito bajo el seudónimo de Lewis Carrol; o el aún más próximo de nuestro Premio Nobel de Literatura, José de Echegaray, a la sazón presidente de la Sociedad Matemática Española.

Probablemente sea menos conocido en cambio el hecho del ingreso en la Real Academia de la Lengua del insigne matemático Julio Rey Pastor (1888-1962), con el discurso titulado *Álgebra del lenguaje.* En la contestación al mismo, Pernán dice entre otras cosas: «No nos asustemos, pues, de esta imprevista amistad del álgebra y la poesía»; relación que también ha sido señalada de algún modo por Ortega, quien considera a la poesía «el álgebra superior de las metáforas» (Etayo, 1985).

De esa relación entre el álgebra y la poesía hay numerosas pruebas a lo largo de la historia de la matemática; quizás el ejemplo más representativo sea la matemática hindú de los siglos V a XII, denominada precisamente «la época de la poesía», pues sus obras se escribieron en verso y revestidas de un lenguaje poético. Como muestra de esto último citemos el libro *Lilavati,* escrito por Baskhara (s. XII), en el que pueden leerse problemas de este tenor: «La raíz cuadrada de la mitad de un enjambre de abejas se esconde en la espesura del jardín; una abeja hembra con su macho quedan encerrados en una flor de loto, que los sedujo con su dulce perfume; y los 8/9 del enjambre quedaron atrás. Dime el, número de abejas».

Dejando ahora de lado las aportaciones de distintos matemáticos a la poesía, parece oportuno plantearse la pregunta recíproca, es decir, si han existido asimismo figuras de la literatura que hayan utilizado en sus obras conceptos o ideas esencialmente matemáticos. La respuesta es afirmativa y presentamos a continuación algunos ejemplos de ello.

En un artículo ya citado (Etayo, 1985) se mencionan varios poemas sobre teInas matemáticos, de los que vamos a referirnos a tres. El primero es un verso que Tartaglia entregó a Cardano (s, XVI), y que no reproducitnos (está en italiano), en el que se da cuenta del procedimiento de resolución de la ecuación cúbica, desconocido hasta entonces. El segundo corresponde a *La vida* es *sueño* de Calderón (s. XVII), al que pertenece el siguiente duettino de alabanzas al rey Basilio:

ESTRELLA: «Sabio Tales,
ASTOLFO: docto Euclides,
ESTRELLA: que entre signos,
ASTOLFO: que entre estrellas,
ESTRELLA: hoy gobiernas,
ASTOLFO: hoy resides,
ESTRELLA: y sus caminos,
ASTOLFO: sus huellas
ESTRELLA: describes,
ASTOLFO: tasas y mides»,

El tercero, en fin, es de j.M. Bartrina (s, XIX), de quien en su De omni re *scibili* se encuentra el siguiente verso cargado de ironía:

«¡y aún dirán de la ciencia que es prosaica!
¡Hay nada, vive Dios,
bello como la fórmula algebraica
$e = ðr^2$!»

y es posible asimismo encontrar argumentos matemáticos en diferentes escritores de este siglo, corno Jorge Luis Borges o la polaca Wislawa SZYlnborska, Premio Nobel de Literatura y autora de un poema sobre el número p. O el soneto titulado *A la divina proporción* de Rafael Alberti:

«A ti, maravillosa disciplina,
media, extrema razón de la hermosura,
que claramente acata la clausura
viva en la malla de tu ley divina.
A ti, cárcel feliz de la retina,
áurea sección, celeste cuadratura,
misteriosa fontana de mesura
que el Universo armónico origina.
A ti, mar de los sueños angulares,
flor de las cinco forrnas regulares,
dodecaedro azul, arco sonoro.
Luces por alas un compás ardiente.
Tu canto es una esfera transparente.
A ti, divina proporción de oro».

Terminamos con el siguiente verso del colombiano R. Nieto aparecido el 20/09/89 en *Diario* 16, que permite memorizar 32 cifras de ð (3'14159265358979323846264338327950 11.) sin más que contar el número de letras de cada palabra:

«Soy ð lema y razón ingeniosa
de nombre sabio que serie preciosa
valorando enunció magistral,
Por su ley singular bien medido
el grande orbe por fin reducido
fue al sistema ordinario usual».

AGRADECIMIENTOS. Quisiera dejar constancia de mi gratitud a Carmen Blanco y Enrique Muñoz, profesores de esta Escuela Universitaria, por su asesoramiento en algunas cuestiones sobre pintura y música, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

BOUVIER, A. y otros (1986) *Didactique des methémetiques.* París: Cadic / Nathan,

BOYER, C.B. (1986) *Historia de la Metetnútic«.* Madrid: Alianza.

CASTELNUOVO, E. (1997) *Pentole, otnbre, Iormiclie. In vieggio* con *la In atem atice.* Scandicci (Florencia): La Nuova Italia

DILKE, O.A.W. (1996) *Metliemetics and meeusurement.* Londres: British Museum Press,

ETAYO, J. J. (1985) El Álgebra en verso, en *Homeneie al Prof.* D. *Rafael Rodríguez Vidal.* Zaragoza: Publicaciones de la Universidad, 165-173.

ETAYO, J.J. (1990) De *cói110 hablan los tnetemétícos* y *algunos otros* (Discurso inaugural del año académico (1990-91). Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

GHYKA, M. (1992) *El número de oro.* Vol. 1 y 11. Barcelona: Poseidón.

GIL, D. y GUZMÁN, M. de (1993) *Enseñanza de las Ciencias* y *la Metemetice. Tendencias* e *innoveciones* Madrid: Popular.

GUZMÁN, M. de (1986) Los pitagóricos, en *Historia de la Metemetic« hasta el siglo XVII.* Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 11-35.

KLINE, M. (1976) *El fracaso de la metemétice moderne.* Madrid: Siglo XXI.

PERALTA, J. (1995) *Principios didácticos* e *históricos para la enseñsnze* de *la Meteniuic«.* Madrid: Huerga y Fierro.

PERALTA, J. (1996) *Una* incursión en *los números irracionales* y *algunas ideas para obtener eproximeciones de los* mismos, Madrid: Universidad Autónoma (Cuadernos del I.C.E.).

PUIG ADAM, P. (1960) *La Meteméti«* y su *enseñenze actual.* Madrid: Ministerio de Educación Nacional.

REY PASTOR, J. y BABINI, J. (1986) *Historia de la Matelllática.* Vol. I y 11. Barcelona: Gedisa.

SERVAIS, W. (1980) «Humanizar la enseñanza de la Matemática». *Revista de Bachillerato* (M.E.C.), Cuaderno monográfico nº 5,

ZAMACOIS, J. (1975) *Teoría de la* músfca, Libro 11. Barcelona: Labor.