

LUI
SDE
URANZU



KUL
TUR
TAL
DEA



18. urtea - 21. alea

Irun 2001eko urria



**BIDASOAKO IKASKUNTZEN ALDIZKARIA
BOLETIN DE ESTUDIOS DEL BIDASOA
RÉVUE D'ÉTUDES DE LA BIDASSOA**

«LUIS DE URANZU» KULTUR TALDEAREN ALDIZKARIA
PUBLICACION DE LA SOCIEDAD DE ESTUDIOS «LUIS DE URANZU»
PUBLICATION DE LA SOCIÉTÉ D'ÉTUDES «LUIS DE URANZU»

Número 21
Octubre 2001

Edición patrocinada por los Excelentísimos
Ayuntamientos de Irun y Hondarribia

LUI
SDE
URANZU



KUL
TUR
TAL
DEA

DON POLICARPO DE BALZOLA Y LAS MATEMATICAS

Juan Navarro Loidi

RESUMEN

Este artículo estudia Policarpo de Balzola como matemático, analizando su formación, su apoyo a la introducción del sistema métrico decimal en Guipúzcoa y el "Teclado aritmético" y el "Calendario perpetuo" que inventó. Se concluye que, sin tener una gran preparación matemática, fue una persona hábil que supo emplear esa ciencia con gran destreza.

Policarpo de Balzola (Irún 1813 – Irún 1879) es conocido por su dedicación a las ciencias, y en particular a las matemáticas. Luis de Uránzu [1975, p.462] titula su biografía "El matemático Balzola" y dice que con él "se inicia el linaje de los hombres de ciencia del Bidasoa". José Monge [1996, p. 287-288], le llama "perito agrimensor, matemático e inventor". La *Enciclopedia general ilustrada del País Vasco*, de la editorial Auñamendi, le califica "Secretario municipal, Perito agrimensor e inventor". En la *Enciclopedia Universal* de Espasa Calpe, [vol. VII, p.420] su entrada comienza diciendo: "Balzola (Policarpo de) Biogr. Matemático y economista español n. en Irún". Sin embargo, no se le encuentra mencionado en libros o artículos sobre historia de la ciencia. En este texto se va a profundizar esa cuestión, viendo sus conocimientos y las aportaciones que hizo a las matemáticas. Para conseguirlo se ha partido de lo que dicen sus biógrafos, sobre todo Serapio Múgica, y se han estudiado los libros que publicó y sus actuaciones más notables relacionadas con las matemáticas. Con los datos logrados se han analizado tres aspectos de su vida, importantes para juzgar su actividad como matemático: sus estudios, su labor como inventor y su papel como impulsor del sistema métrico decimal en Guipúzcoa. En conjunto, los resultados obtenidos dan una idea bastante precisa de su valía como matemático práctico, que no perteneció a la elite científica del país, pero que resultó más provechoso para las ciencias exactas que muchos personajes más famosos.

1. LOS ESTUDIOS DE POLICARPO DE BALZOLA

El joven Policarpo comenzó sus estudios en la escuela primaria que mantenía el Ayuntamiento de Irún. De esta etapa S. Múgica [1899, p. 17] sólo dice que:

"Completó la enseñanza primaria, bajo la acertada dirección del veterano D. Justo Urrutia".

J. de Benito en su libro *La Enseñanza de Primeras Letras en Gipuzkoa (1800- 1825)*, informa que este profesor estaba titulado por el Real y Supremo Consejo de Castilla para ejercer de maestro, por haber pasado las pruebas oportunas en 1816, y que fue responsable de las clases para niños en Irún, al menos, desde 1820. El tener reconocida la capacidad por el Consejo de Castilla era la mejor titulación en aquel tiempo. Lo normal era que la idoneidad fuera otorgada por instituciones menos importantes, o que los maestros no estuvieran

EUSKAL-ERRIA

REVISTA VASCONGADA

T.º LXVIII SAN SEBASTIÁN 15 DE FEBRERO DE 1913 N.º 1074



POLIKARPO BALZOLA JAUNA

† 1879.º OTSAILLA-REN 1.º

titulados, y el ayuntamiento les contratara, pese a eso, porque así pagaba menos sueldo. En general, parece que el Ayuntamiento cuidaba bien su escuela a comienzos del siglo XIX.

J. Urrutia fue el maestro de niños de Irún durante el trienio liberal y también en los años posteriores, pues no fue depurado por los absolutistas. Balzola, que había nacido en 1813, debió de tenerle de maestro durante toda la enseñanza primaria. Esa etapa abarcaba el siglo XIX, en principio, las mismas edades que actualmente, de los seis a los doce años, aunque muchos niños dejaban antes la escuela. En Guipúzcoa J. de Benito [1994, p. 140] dice que:

“Parece bastante clara la edad a la que se comenzaba esta instrucción, los seis años, pero no así la edad a la que terminaban”.

La situación en Navarra no era muy diferente. Según el *Diccionario de los Fueros del Reino de Navarra* de José Yanguas Miranda [1828, p. 271] las leyes navarras decían que a la escuela:

“Deben concurrir todos los niños desde la edad de cinco años cumplidos hasta la de doce”

Pero añade la normativa navarra que, si aprenden lo necesario antes, pueden dejar los estudios.

Balzola estudiaría en la escuela las matemáticas que marcaban los programas de aquella época. Es cierto que, en la primera mitad del siglo XIX, debido a los cambios de gobierno y a la necesidad que se sentía de mejorar el sistema educativo, se publicaron muchos informes, reglamentos y decretos sobre la organización de la enseñanza primaria. Pero en ellos no cambiaban mucho los conocimientos y las habilidades matemáticas que debían adquirir los muchachos, que se reducían a aritmética elemental y alguna noción de geometría o dibujo. Eso pedía, por ejemplo, Jovellanos en su *Memoria sobre la educación pública* de 1802. Más tarde el *Reglamento general para la instrucción pública* de 29-VI-1821, publicado por los liberales, fijaba como objetivo de las escuelas primarias:

“Aprenderán los niños a leer y escribir correctamente, y así mismo las reglas elementales de aritmética, y un catecismo que comprenda brevemente los dogmas de la religión” [Fuente: F. Veá, 1995, p. 23].

A partir de 1823 los absolutistas cambiaron la orientación de la enseñanza y aumentó la influencia de la Iglesia, pero no parece que variaran los contenidos propuestos en matemáticas con el *Plan y Reglamento general de las escuelas de primera educación*, de 16-II-1825, de Francisco Mateo Calomarde.

En Guipúzcoa lo que pedían los ayuntamientos en sus programas se ajustaba a esa normativa general. J. de Benito [1995, p. 105] afirma que ponían “invariablemente el «leer, escribir, y contar, juntamente con el catecismo»”. En Navarra, el programa general era el mismo, aunque para las escuelas de niñas los objetivos se reducían a “leer, escribir y la doctrina cristiana, honestidad, modestia y recato” [Yanguas, 1828, p. 272], por lo que la aritmética no debía estar entre lo más esencial.

Para conocer con más detalle lo que se estudiaba se puede analizar el libro de texto que se utilizaba en 1822 en las escuelas. Se titulaba el *Arte de escribir por reglas [...] acompañado de unos principios de aritmética, gramática y ortografía castellana* y lo escribió D. Torcuato Torio de la Riva y Herrero. Este libro fue declarado método oficial para las primeras letras por una Real Orden (R. O.) de 31 de enero de 1801. En 1822 seguía siendo el método utilizado en la mayoría de las escuelas de Guipúzcoa¹.

El libro de Torcuato Torio tiene 344 páginas y, en él, la sección dedicada a la aritmética comienza con algo de historia, y continúa explicando lo que son los números naturales, de qué forma se escriben, y cómo se calculan sumas, restas, multiplicaciones y divisiones con ellos. Prosigue con los quebrados, su simplificación, y sus operaciones. Luego expone lo que son los números denominados² y cómo operar con esas cantidades. Tras esto explica las razones y proporciones, la regla de tres y la de compañía. Para terminar estudia las monedas utilizadas en España y las unidades de pesas y medidas empleadas en las principales ciudades y reinos que la componían. Como era típico en los libros para niños pequeños en el siglo XIX, al final hace una revisión en forma de diálogo, como en un catecismo.

Aunque no dedica ningún apartado a la geometría, ofrece algunos rudimentos de ella en la parte "teórica" del apartado sobre el Arte de Escribir, en la que explica conceptos sencillos como línea, ángulo, triángulo, cuadrilátero, semejanza, u óvalos [TORIO, 1802, p. 97- 106.].

Visto lo anterior, Policarpo de Balzola, probablemente, aprendió en la escuela primaria aritmética elemental y, tal vez, algunos rudimentos de geometría.

Con la escuela primaria acabó su escolarización, pero no sus estudios. Cuando era muy joven todavía pudo avanzar en sus conocimientos matemáticos gracias a un ingeniero militar que estuvo cierto tiempo en Irún. De esto informa Serapio Múgica [1899, p. 17], que afirma:

"Tuvo la suerte de que viniera a la villa un Ingeniero militar, con quien dio lecciones algunos meses, y gracias a esta coincidencia feliz pudo adquirir algunos conocimientos en matemáticas para cuyo estudio traía aptitudes especiales."

No se ha localizado a este ingeniero militar, pero se puede suponer que fue a Irún a reforzar las fortificaciones fronterizas. Los ingenieros militares del ejército español tenían una buena formación científica y contaban con una academia propia desde la fundación de la Academia Militar de Barcelona en 1720³. Probablemente,

estas clases particulares le permitieron a Balzola completar su formación en geometría elemental y, tal vez, conocer algo de dibujo o de otras ramas de las matemáticas, como la trigonometría, que estos militares dominaban por cuestiones profesionales.

Después, Balzola, huérfano y con poco dinero se puso a trabajar, pero no abandonó sus estudios. La formación posterior fue autodidacta, y en buena parte dirigida a mejorar su trabajo. Serapio Múgica [1899, p.17] la resume así:

"Sólo y sin maestro que le guiase continuó dedicándose al estudio y obtuvo el título de Escribano en Burgos hacia el año 1837 y el de Perito Agrimensor en Tolosa, entre los años 1847 y 1850."

El título de Escribano no parece que exigiera más matemáticas que las que había estudiado en la escuela primaria, pero el de agrimensor sí, por lo que merece la pena detenerse un poco en lo que pudo haber aprendido.

La profesión de agrimensor, geómetra o medidor de tierras era un arte liberal antiguo que fue tomando importancia con el tiempo. Eran necesarios para las compras y ventas de tierras, la fijación de impuestos y también para tasar el valor del trabajo de una peonada. Al comienzo los ayuntamientos nombraban los encargados de esas mediciones. El fuero viejo de Navarra afirmaba para las peonadas:

"Agrimensores. Los Alcaldes del territorio donde estuvieren las heredades que midieren, y donde no los hay los Jurados, les tasen verbalmente lo que se les ha de dar por su trabajo. Lib. I título 10 Ley 30"⁴

A lo largo de los siglos XVIII y XIX se fue precisando el objeto del trabajo y las pruebas que debían superar los que quisieran dedicarse a la agrimensura. En Castilla publicaron unas ordenanzas, que transcribe Verdejo en su libro *Tratado de Agrimensura* de 1817, que decían que para entrar en la profesión se "ha de acudir al Consejo real de Castilla dando petición para que se le apruebe por el maestro de Matemáticas de los caballeros pajes de S.M., o el maestro mayor de las obras reales, para que hallándole idóneo le den su aprobación [...] para que pueda ejercer en cualquier parte el arte de la geometría" [Ordenanza V, fuente: Capel, 1982, p. 313], y que "Todas las cabezas de partido tengan obligación a tener un agrimensor con título despachado por el Consejo" [Ordenanza XI, loc. cit., p. 312]. Pero, como para los maestros de primaria, lo normal era que los agrimensores que trabajaban en los pueblos no estuvieran titulados por el Consejo de Castilla. Lo habitual era que ayuntamientos y otras instituciones hicieran sus exámenes para aprobar a sus propios agrimensores.

De estas pruebas locales se conoce el funcionamiento de las que se hacían en Valencia de 1768 a 1808, bajo la responsabilidad de la Real Academia de

1. J. de Benito [1995, p.168] dice que lo utilizaban 19 de los 29 municipios que habían respondido a una encuesta sobre el funcionamiento de sus escuelas.

2. Se decía de las cantidades dadas en varias unidades diferentes, por ejemplo una longitud dada en varas, pies y palmos.

3. A partir de 1816, los estudios de los ingenieros militares duraban cuatro años y daban aritmética, álgebra, geometría teórica y práctica, geometría analítica, geometría proyectiva y cálculo diferencial e integral, además de trigonometría, geodesia y mucho dibujo técnico. [M.A. Velamazán, 1994, *La enseñanza de las matemáticas en las academias militares en España en el siglo XIX*, p. 25-54]

4. Yanguas, 1828, p. 156. Esta norma está tomada de Joaquín Elizondo, 1735, *Novísima recopilación de las leyes del Reino de Navarra hechas en sus Cortes Generales desde el año 1512 hasta 1716 inclusive*, en la que aparece como de 1617. Esta información ha sido facilitada por el profesor Silverio Velasco.

Bellas Artes de San Carlos de esa ciudad, porque han sido estudiadas por A. Faus [1995]. El examen que se hacía en Valencia, estaba reconocido por diversas administraciones de la zona, y consistía en una parte teórica y una práctica. La teórica era un examen con "preguntas orales sobre aritmética y geometría elementales resueltas delante de los arquitectos municipales comisionados al efecto" [A. Faus, 1995, p. 430]. La parte práctica normalmente no se hacía porque los que comparecían habían actuado ya de ayudantes de un agrimensor reconocido.

Estas pruebas fueron un paso intermedio entre el funcionamiento gremial y el título de capacidad dado por el gobierno. Parece que ese tipo de examen se hizo también en Zaragoza, bajo la responsabilidad de la Academia de San Luis, y en Valladolid, dependiendo de la de Matemáticas y Nobles Artes. Según A. Faus, en Madrid estos ejercicios estaban a cargo, a finales del siglo XVIII, de la Real Academia de San Fernando, de la que fue director el prestigioso matemático Benito Bails.

Las academias científicas certificaban con estas pruebas que los agrimensores tenían cierta formación, lo que no se podía asegurar de los aprobados por alcaldes y ayuntamientos, a los que una Real cédula de 21 de abril de 1828 prohibió dar el título de agrimensor.

Por fin, un decreto de 17-II-1852 que se completó con otro de 4-XII-1871 fijó las atribuciones de esta profesión y las condiciones del examen de entrada.

El examen que pasó Balzola se realizó cuando la profesión se encontraba ya muy definida. De este título de Tolosa no se ha conseguido más información, pero probablemente era un examen de aptitud, preparado por la Diputación Provincial, para asegurar unos mínimos conocimientos científicos a los que se encargaban de la medición de tierras en Guipúzcoa.

Para precisar algo más lo que se exigía saber a los futuros agrimensores conviene revisar lo que traían los libros para su formación. No se ha conseguido localizar un texto dedicado exclusivamente a la medición de la tierra publicado en esas fechas. A. Faus [1995, p. 433-437] y H. Capel [1982, p. 308-314] reseñan en sus escritos varios tratados de agrimensura, publicados a finales del siglo XVIII, o en la primera mitad del XIX, y coinciden en que las partes de matemáticas eran muy sencillas:

"Las de aritmética se reducían a las cuatro operaciones básicas, quebrados, reglas de tres, raíces y potencias; las de geometría a definiciones, el dibujo de rectas, ángulos y figuras planas, y a la transformación de estas en otras." [Faus, 1995, p. 435]

Estos libros explicaban, además, el manejo de algunos instrumentos propios del oficio y cuestiones prácticas como nivelación, limpieza de acequias o alguna idea del dibujo de planos.

En los tratados generales de matemáticas que se utilizaron durante el siglo XIX, también solía haber una parte dedicada a la topografía, geodesia o agrimensura. Según los autores ese apartado tenía un nivel más elevado y estaba

orientado hacia los ingenieros, o era más elemental y estaba pensado para la preparación de los agrimensores.

De la primera tendencia es, por ejemplo, el *Curso completo de matemáticas puras* de José de Odriozola, publicado en 1827, que en su tomo II desarrolla la geodesia después de la trigonometría. En ese apartado estudia los instrumentos de medida propios de los agrimensores, pero en la resolución de problemas no duda en acudir a la trigonometría, e incluso a la trigonometría esférica. Odriozola escribió su curso para las academias militares, donde él dio clase.

A la tendencia más práctica se puede adscribir la *Trigonometría* de J. Cortazar, que al comienzo del libro advierte:

"Aunque el estudio de la Topografía está colocado en este libro después del de la Trigonometría, puede hacerse antes, omitiendo aquellas pocas materias que dependen de la Trigonometría; y de este modo se tiene un tratado de agrimensura que puede darse a continuación de la geometría elemental."

Al desarrollar la topografía Cortazar introduce los aparatos de la profesión, como los piquetes y cadenillas, la escuadra de agrimensor, el grafómetro, la plancheta, la brújula, o el nivel. En los problemas utiliza principalmente dibujos, escalas y transportadores de ángulos para resolverlos gráficamente. Si son difíciles, explica como resolverlos por trigonometría, utilizando logaritmos para obtener un resultado más preciso, pero siempre añade la manera de cómo hallar la solución con un dibujo, utilizando las proporciones y la semejanza de triángulos. Además incluye problemas de nivelación, áreas, y división de terrenos, que eran propios de la agrimensura.

No se ha encontrado ningún libro de topografía editado en Guipúzcoa en la primera mitad del siglo XIX. Sí se editó un tratado de agrimensura en el siglo XVIII, titulado *Geometría práctica necesaria a los peritos agrimensores* y publicado en San Sebastián en 1758. Su autor es Xabier Ignacio Echeverría, que fue arquitecto y miembro de la Real Sociedad Vascongada de Amigos del País. Es un libro pequeño en el que los problemas de triángulos se resuelven por semejanzas sin utilizar la trigonometría. En los ejemplos utiliza medidas guipuzcoanas y lo dedica a la provincia de Guipúzcoa, por lo que se puede suponer que estaba pensado para utilizarlo en la formación de los medidores de tierras de la Provincia.

De lo anterior cabe conjeturar que Policarpo de Balzola, para lograr el título de perito agrimensor, debió aprender bien la geometría elemental del plano y algunos problemas de áreas y volúmenes, junto al manejo de los aparatos propios de la profesión y algo de trazado de planos. No parece que le exigieran trigonometría ni la utilización de logaritmos en los cálculos, aunque tampoco puede asegurarse que, en 1850, no entraran en el examen.

5. J. Cortazar, 1871, *Trigonometría*, s.p. Esta es la 13ª edición, la primera debió de ser en 1848. Tuvo un total de 24 ediciones.

El título de perito agrónomo fue la mayor titulación que tuvo Balzola en cuestiones relacionadas con las ciencias exactas. Esta formación no era la de un especialista en matemáticas de la época. Un guipuzcoano que quisiera dedicarse a esa ciencia en la primera mitad del siglo XIX, después de los estudios primarios, debía acudir al Real Seminario de Nobles de Vergara. Sus cursos de matemáticas física o ciencias permitían acceder a las facultades mayores, según una R. O. de 1787 que decía:

"He venido en resolver, que en todas las Universidades del Reino se admitan y pasen los cursos de las ciencias y facultades de Matemáticas, Filosofía, Física y oros hechos en los seminarios de Nobles de Madrid, Vergara y Valencia, y en los Estudios Reales de San Isidro de Madrid" [Fuente: F. Veá, 1995, vol I, p. 141].

A comienzos del siglo XIX la calidad de las enseñanzas de Bergara bajó, al perder las asignaciones que había tenido, pero siguió manteniendo un buen nivel en matemáticas. En 1823 pasó a ser una Universidad de Provincia, para volver a ser Real Seminario de Nobles con los absolutistas y, posteriormente, cerrarse en 1833, al comenzar la primera guerra carlista. Reanudó su actividad docente en 1840, y en 1844 pasó a llamarse Instituto Provincial de primera clase. En 1849, para mejorar su prestigio se creó una "Escuela especial de matemáticas". Fue el centro más importante para la enseñanza científica de la provincia hasta 1872, cuando comenzó la tercera guerra carlista y el Instituto Provincial de enseñanza secundaria pasó a San Sebastián, en 1873.

Después de estudiar en Bergara una persona que quisiera aprender matemáticas continuaría inscribiéndose en alguna de las escuelas de ingenieros que se fueron abriendo a partir de 1834, como la de montes, caminos canales y puertos o minas, o bien entraría en la academia de artillería, o en la de ingenieros militares. No seguiría estudiando en la universidad, porque las matemáticas eran sólo una asignatura de la Facultad de Filosofía. La Facultad de Ciencias con una especialidad de Ciencias Matemáticas fue creada en España por la ley Moyano en 1857, cuando Balzola tenía más de cuarenta años.

Otra posibilidad era continuar los estudios en el extranjero, pero no fue muy utilizada.

Tomando como ejemplos dos matemáticos reconocidos de esa época, originarios del País Vasco y que han aparecido al comentar los estudios de agrimensura, Odriozola y Cortazar, se puede observar que hicieron unos estudios bien distintos a los de Balzola.

José de Odriozola (1785, 1864), natural de Cestona, estudió en la academia de artillería, de la que luego fue profesor. Siguió la carrera militar, llegando a ser brigadier. Fue académico de la Real Academia de San Fernando y en 1847 colaboró en la fundación de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Publicó un curso completo de matemáticas puras en 4 volúmenes además de varias obras especializadas de técnicas militares.

Juan Cortazar (1809, 1873) era bilbaíno y fue profesor de matemáticas en un colegio de Bilbao de 1827 a 1834. Estuvo dos años completando estudios en el

extranjero y a su vuelta pasó a dar clases en la Universidad de Madrid, primero de Matemáticas Elementales y luego de Álgebra Superior y Geometría Analítica. Publicó gran cantidad de libros de texto para todos los niveles de la enseñanza.

En los dos casos la formación es más completa y la carrera posterior la siguieron en Madrid y no en Guipúzcoa.

2. BALZOLA INVENTOR

Los inventos que aparecen citados en sus biografías son los siguientes:

- Una máquina aritmética, que servía para hacer automáticamente las cuatro operaciones.
- Un calendario perpetuo.
- Un mecanismo que anotaba y sumaba pesadas sucesivas.
- Un aparato para medir el área de cualquier superficie sin hacer medidas.

De ellos el más valorado por Balzola y sus biógrafos es la máquina aritmética. Pero parece que el único que llegó a comercializar fue el "Calendario Gregoriano Perpetuo" del que tuvo un privilegio de venta de 15 años.

Todos ellos pueden ser interesantes para conocer la inventiva y la originalidad de Balzola, pero sólo se han conseguido datos de los dos primeros, por lo que sólo se van a examinar esos dos.

2.1. El Teclado Aritmético

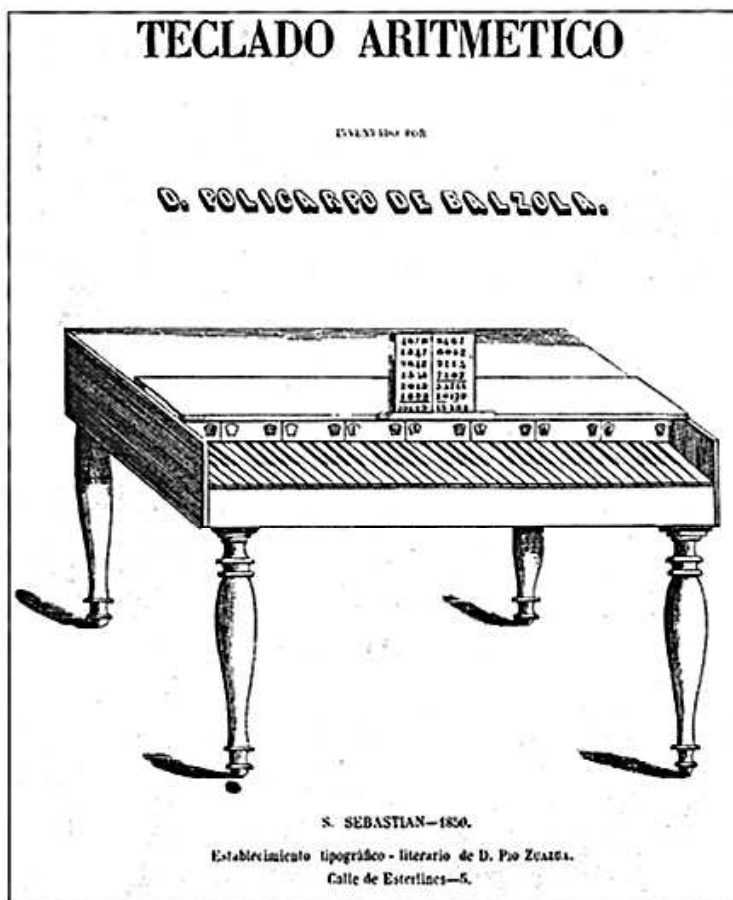
La construcción de un mecanismo que haga automáticamente y con precisión cualquier cálculo ha sido un deseo antiguo del género humano, porque, como decía G.W. Leibniz, "es inapropiado de hombres notables perder horas como esclavos en tareas de cálculo."

La manera tradicional de calcular ha sido con lápiz y papel, en occidente, o con un ábaco, en oriente. Pero esas formas no están mecanizadas y necesitan continuamente de una persona que haga las operaciones, por lo que son lentas y no muy fiables en cálculos largos.

Para facilitar el cálculo, desde el Renacimiento, se tomaron dos caminos, uno era la automatización de las operaciones con enteros, por medio de máquinas de calcular, el otro la utilización de logaritmos o de analogías geométricas o físicas para obtener una solución aproximada. En el primer caso hasta tiempos recientes la fabricación era difícil y costosa. En el segundo las pantómetras, reglas de cálculo, o sencillamente las tablas de logaritmos facilitaban el camino, pero los cálculos no eran exactos. Históricamente, los logaritmos o las calculadoras analógicas se han preferido a las mecánicas. Sólo recientemente los avances de la microelectrónica y la posibilidad de programar las máquinas digitales, han inclinado la balanza hacia estas últimas.

Pese a lo anterior, en cálculos comerciales, impuestos, seguros, padrones o estadísticas, desde siempre, se ha querido tener una máquina que haga los cálculos

los aritméticos sencillos con precisión, rapidez y seguridad. En el siglo XVII comenzaron a aparecer máquinas mecánicas que sumaban, restaban, multiplicaban y dividían dando el resultado exacto con mayor o menor facilidad. La primera conocida la construyó el alemán Schickard en 1624, y fue alabada por Kepler. Pero las más famosas, probablemente por la personalidad de sus constructores, fueron la de Pascal, de 1643, y la de Leibniz, propuesta en 1673, pero que nunca llegó a funcionar correctamente.



La máquina de Pascal se basaba en la automatización de la suma, tenía unas ruedas que servían para introducir los números y unos engranajes que hacían las adiciones y trasladaban las llevadas de una unidad a otra. La máquina de Leibniz contaba con un carro desplazable y un cilindro con varillas de longitud variable, que hacían la multiplicación más fácil.⁶

Hasta bien entrado el siglo XX se propusieron muchas otras máquinas mecánicas de cálculo, que ofrecían distintas soluciones a los problemas técnicos de estos aparatos. La primera máquina que se llegó a comercializar fue el "aritmómetro" del francés C.H. Thomas. Fue patentada en 1820 y se estuvo fabricando, al menos, hasta 1855, llegando a venderse 2000 ejemplares.

En el siglo XIX las ideas más revolucionarias en este campo vinieron del inglés Babbage, que propuso un aparato en el que, además de introducir los números con los que se debía operar, se podía programar las operaciones a realizar con la máquina. Su máquina analítica tampoco se pudo llevar a la práctica en su tiempo y murió en 1871 sin ver un aparato de ese tipo que funcionara correctamente.

El Teclado Aritmético de Balzola era un aparato más sencillo que el de Babbage. Se trataba de una máquina de calcular mecánica que servía para facilitar las cuatro operaciones aritméticas. Construyó un prototipo reducido, encargando la construcción de las partes de madera a la fábrica de pianos Apezteguía y de las metálicas al herrero Juan José Maritorea, ambos con taller en Irún. El modelo que fabricaron tenía un pie de ancho por tres de largo y sólo podía hacer operaciones con dos o tres cifras. Este ejemplar lo llevó a Madrid en 1847, en un viaje que hizo para conseguir subvenciones, y se le quemó en el viaje de vuelta.

En 1850, para conseguir ayuda para fabricarlo, publicó un folleto de 15 páginas titulado *Teclado aritmético inventado por D. Policarpo de Balzola* del que se ha obtenido la información que se da a continuación. En resumen, era una máquina de calcular basada en la automatización de la suma. El Teclado aritmético tenía la forma externa de un piano. Las teclas iban en grupos de nueve, con cinco teclas blancas para marcar el 1, 3, 5, 7 y 9 y cuatro negras para las cifras pares, no había tecla para el cero. Cada uno de esos conjuntos de teclas servía para introducir una cifra del número con el que se quería operar. Encima de cada grupo había dos aberturas o ventanas en las que aparecían la cifra marcada y el resultado. El sistema podía ampliarse a números de muchas cifras, sin más que aumentar estos grupos de nueve teclas.

Al pulsar la tecla que correspondía a una cifra concreta, un mecanismo con un número de dientes igual a esa cantidad hacía girar una linterna. A través de ésta pasaba el número resultante a las ventanas, en las que por medio de una rueda aparecía la cifra obtenida. Si la suma superaba nueve unidades un engranaje pasaba las llevadas al siguiente dígito.

6. Una información general sobre la historia de estos aparatos se puede encontrar, por ejemplo, en DAUMAS, 1996, p. 182-189 o RAMÍREZ, 1997.

Las restas eran en realidad sumas al complemento del minuendo. Para que aparecieran como restas había que dar a una clavija, que cambiaba los números que salían en las ventanas, y hacía que se viera en la abertura el complemento del número tecleado. Es decir, con tres cifras, si se tecleaba 896 aparecía 104. Además en la resta estos números giraban en sentido inverso. La sustracción fue la operación que, según Múgica [1899, p. 21], le resultó más difícil de establecer al inventor.

Los productos se hacían como sumas repetidas, que se podían abreviar utilizando las tablas de multiplicar, y las divisiones eran restas repetidas o sumas del complementario hasta obtener un número redondo.

La calculadora de Balzola es del mismo tipo que la que fabricó Blas Pascal. Se diferencia de ésta en el aspecto exterior y en la forma de introducir los números, con teclas en lugar de ruedas. Por otra parte, Pascal la había preparado para que las entradas fueran en libras, sueldos y denarios, mientras que la de Balzola estaba preparada para cifras decimales. También la manera de pasar las llevadas era diferente, pues en la del guipuzcoano la llevada se pasaba mediante un diente que engranaba la rueda de una cifra y la de la siguiente, mientras que en la del francés se hacía con una pieza en forma de aspa. Es difícil, contando sólo con una explicación, decir qué concepción era mejor, pero, la máquina de Pascal tiene a su favor el que llegó a fabricarse, aunque eso, tal vez, sólo indique que los relojeros de Rouen eran más hábiles que los artesanos irundarras.

En general, el aparato de Balzola era original e ingenioso, pero no suponía un gran avance si se le compara con otras calculadoras mecánicas. Aunque el conjunto fuera distinto, bastantes soluciones particulares ya habían sido propuestas en otras máquinas, y los aspectos completamente nuevos, como la forma exterior, parecida a la de un piano, no suponían un cambio revolucionario. De todas maneras, el que hubiera habido en ese siglo y en el anterior algunas decenas de propuestas diferentes de máquinas de calcular válidas, no quiere decir que este aparato de Balzola no fuera una invención meritoria e interesante, tal vez la primera calculadora ideada en el reino de España, y un digno antecesor de las máquinas de calcular de Leonardo Torres Quevedo de finales del siglo XIX.

Para fabricarla le faltó una industria adecuada. Un aparato de este tipo necesitaba piezas muy resistentes y un buen ajuste. Balzola era consciente de ello y en el prólogo de este folleto explica que debía construirlo un "hábil artista", que no había en su villa natal porque era un "pueblo reducido y de escasos recursos". Por eso añade que había pedido protección al gobierno de Madrid. Pero tener dinero y técnicos no hubiera bastado. Es exagerado decir, como Luis de Uranzu [1975, p.462], que:

"De haber encontrado este inventor bidasotarra un apoyo monetario oficial o privado, España hubiera lanzado al mercado mundial, con medio siglo de antelación, dos aparatos⁷ universalmente utilizados hoy en día."

7. Se refiere al Teclado y al sumador de pesadas.

La producción de máquinas de precisión era cara y no parece que en España hubiera suficientes clientes que aceptaran pagar los altos precios que debían tener este tipo de aparatos para que su fabricación fuera rentable. En Francia, donde la demanda era mayor y la industria estaba más avanzada, sólo logró tener algún éxito comercial el aritmómetro de Thomas, que además comercializó en España la empresa Laguna de Rins de Zaragoza [RAMÍREZ, 1997, p. 15] por lo que Balzola, además, hubiera tenido competencia.

El viaje a Madrid a conseguir subvenciones provocó algunos comentarios sobre los conocimientos de Balzola que interesan para juzgarle como matemático.

A la capital debió llegar a comienzos de 1847. Logró que la reina viera el Teclado aritmético, y el 27 de febrero fue recibido en audiencia por los reyes para explicarles su funcionamiento. Isabel II quedó gratamente impresionada por el aparato y pidió al ministro de instrucción pública que lo hiciera llegar a científicos conocedores de la materia para que lo analizaran. El ministro lo envió a la Academia de Ciencias que emitió un informe en junio y pasó el invento al Conservatorio de Artes, que escribió otro informe en el mes de octubre. Los dos textos tienen muchos puntos en común, pues los dos consideran que el prototipo no era válido, pero que las ideas que había desarrollado Balzola mostraban que era una persona con juicio e inventiva. El Conservatorio de Artes consideraba que su fallo provenía de:

"Su concepción por un hombre aislado, tan extraño a las ciencias como a las artes, escribano de una villa insignificante, y privado por su residencia en ella y las ingratas y rutinarias ocupaciones de su cargo, de los auxilios materiales que los inventores tienen a su disposición en las ciudades considerables y del estímulo, instrucción y consejo que pueden lograr en ellas con el trato y frecuentación de personas ilustradas y de los artistas distinguidos" [MUGICA, 1899, p. 20].

En consecuencia, aconsejaban que se le diera empleo en el Conservatorio de Artes para que se desarrollaran todas sus capacidades, se supone que por el contacto con los sabios y artistas que trabajaban allí. Desgraciadamente, ni consiguió ese puesto de trabajo ni obtuvo ninguna ayuda en Madrid, pese a los reales amparos.

La afirmación que hace el informe de que Balzola era "un hombre aislado, tan extraño a las ciencias como a las artes" es claramente excesiva. Al examinar sus estudios se ha visto que no era tan ignorante, pues tuvo una buena formación primaria y luego llegó a ser escribano y agrimensor. Además en este folleto muestra un notable conocimiento de los intentos de construir aparatos de cálculo. Menciona el compás de proporción, la regla logarítmica, la pantómetra, el aritmo-plano, los bastones de Napier, las tablas de logaritmos, las máquinas de Pascal y Leibniz, y el intento más reciente de Babbage. De todas ellas hace comentarios pertinentes, aunque sean críticos pues su intención era insistir en el valor de su máquina. El único aparato que elogia es el "Arithmaurel", ya que, según dice, la automatización la "han logrado en parte los Sres. Maurel y Jayet jóvenes franceses sin reputación científica, que [...] han construido una máquina ingeniosísima que hace multiplicaciones y divisiones con una rapidez incref-

ble [...] según el informe presentado a la Academia de Ciencias de París por M. Binet el año próximo pasado de 1849" [BALZOLA, 1850.p.2]. Esta máquina de cálculo, fue propuesta por Maurel y puesta a punto por Jayet un año antes de que Balzola escribiera este libro [DAUMAS, 1996, vol. III, p.188- 189] No debía ser "un hombre aislado" y "ajeno a las ciencias", como decía el encargado del informe del Conservatorio de Artes, si conocía todo esto y tenía información de las reuniones de la Academia de Ciencias de París al poco tiempo de realizarse. Por otra parte ese pueblo "insignificante" y "aislado" en el que vivía estaba en la frontera con Francia, por lo que Balzola tenía más facilidad que otros para conseguir información actualizada de ese país.

Esas observaciones del Conservatorio de Artes, aunque sean inexactas, dejan al descubierto dos inconvenientes que tuvo Balzola para desarrollar una labor científica importante. Uno es que vivía en Irún, que era una población sin tradición escolar, en la que no se pensaba que fuera posible hacer nada serio en ciencias por su lejanía de los centros más importantes de la península. El segundo es que Balzola no estaba bien relacionado, ni bien considerado, en los círculos científicos madrileños. No tenía la titulación adecuada para ser alguien en matemáticas, ni había salido de Guipúzcoa para completar sus estudios de ciencias y, probablemente por eso, estaba mal relacionado con los matemáticos de Madrid. Sin embargo, no parece por su biografía que fuera despreciado por el gobierno central, ya que fue representante español en la discusión del reglamento de pesca del Bidasoa, fue nombrado caballero de la orden de Carlos III e Isabel II le impuso la encomienda de Isabel la Católica.

2.2. El Calendario perpetuo

Para elaborar el calendario de un año se debe saber si es bisiesto, conocer cómo se corresponden los días del mes y de la semana y encontrar las fechas en que caen las fiestas religiosas. También puede interesar el calendario utilizado en países con otra religión, o la relación entre el calendario de una civilización pasada y el calendario gregoriano. Todos esos problemas necesitan las matemáticas para ser resueltos. Además los calendarios se utilizan para solucionar problemas de matemáticas comerciales, como conocer los días comprendidos entre dos fechas, que se necesita, por ejemplo, para calcular intereses.

Balzola inventó un calendario perpetuo y escribió varios documentos sobre cómo hacerlos y sobre sus principales aplicaciones. La curiosidad de Balzola por los calendarios la tuvieron varios científicos en la primera mitad del siglo XIX, pues era una cuestión que estaba más al orden del día que ahora. El famoso matemático alemán K. F. Gauss (1777-1855), descubrió una fórmula, basada en la divisibilidad de los enteros, que simplificaba el cálculo de las fiestas religiosas. Esta fórmula de Gauss facilitó la obtención de las tablas a las que solía acudir la gente para conocer los datos de un año concreto.

En España Balzola no fue la única persona preocupada por los calendarios, el marino y astrónomo José Sánchez Cerquero, que fue director del prestigioso observatorio de San Fernando en Cádiz desde 1825 hasta su muerte en 1850 y



El calendario perpetuo. Foto Carlos Aguirreche.

miembro de la Royal Society y de la Royal Metereological Society de Londres escribió al final de su vida unos *Elementos de Cronología analítica* sobre la resolución de diversos problemas de calendarios. El libro fue publicado en 1853 por lo que es posterior al calendario de Balzola, pero corrobora la idea de que la elaboración de calendarios era una inquietud de los científicos de la época.

El calendario fue además una cuestión política y social planteada por la República Francesa, que trató de racionalizar la medida del tiempo y acabar con los usos antiguos. De hecho, se instituyó en Francia un nuevo calendario que funcionó desde 1792 a 1805.

Balzola, por su parte, inventó un Calendario permanente del que todavía quedan ejemplares. Lo debió fabricar el año 1847 ó 1848, porque el primer año del que se puede conocer el calendario con el aparato es 1847, y la Diputación de Guipúzcoa le agradeció, en un escrito del año 1849, la donación de un ejemplar, por lo que no es posterior a esa fecha.

Este calendario según afirma la Diputación en su agradecimiento estaba pensado:

"Para todos los usos comunes y principalmente el de oficinas."⁸

El aparato tiene la forma y el tamaño de un maletín. En las dos caras mayores va un cartón, protegido por un cristal, en el que están escritos los días y los santos de los seis primeros meses, en un lado, y de los seis últimos, en el otro. En el lado en que van los meses de enero a junio hay un gran titular que dice:

"CALENDARIO PERPETUO MECANICO DE P. BALZOLA
Inventor del teclado aritmético"

8. "Registro de las Juntas Generales que esta M.N. y M.L. Provincia de Guipúzcoa ha celebrado [...] Fuenterrabía."

Debajo está escrito "Año" y debajo, en un hueco pequeño, se puede leer el año al que corresponden los datos. Ocupando toda la parte central van seis columnas encabezadas por el nombre del mes y debajo los números de los días con su santo, con una abertura a la izquierda en la que aparece L, M, M, J, V, S según el día de la semana en que caigan. En la parte inferior van seis huecos, que tienen escrito encima "Ceniza", "Pascua", "Ascensión", "Pentecostés", "Corpus" y "Adviento", en los que van las fechas en que caen esas festividades religiosas en ese año. En la otra cara la distribución es parecida, aunque no aparecen nuevas fiestas religiosas y, en cambio, están las explicaciones del funcionamiento del aparato.

Siguiendo esas explicaciones se debe girar un botón hasta que aparezca el año que se busque en la abertura correspondiente. Automáticamente, se ajustarán los días de la semana y aparecerán las fechas en que en ese año se celebran el Miércoles de Ceniza, Pascua etc. El año debe estar entre 1847 y 1936.

Abriendo la caja se ve cómo se logra eso. Dentro hay una faja ancha de papel que gira sobre dos rodillos. En ella va escrito, por columnas, primero las letras L, M, M, J, V, S, D, luego las fechas de los Miércoles de Ceniza, otra columna con L, M, M, J, V, S, D, luego los días de Pascua etc. En medio van los números con los años de 1847 a 1936. Esta banda está colocada de tal forma que, al girarla, los años pasan por debajo de la abertura de los años, los días de la semana por sus aberturas etc. Y está escrita de tal manera que, al fijar el año, coincidan los huecos con los datos correctos. De este papel sólo se ve por fuera las fechas y letras que caen a la altura de los agujeros.

Si se gira el rodillo y se hace avanzar el papel interior una línea, se obtienen los datos del año siguiente, porque los años están escritos en esa faja en sucesión y las letras L, M, M, J, V, S, D, también, luego al girar un lugar aparece el año siguiente en la abertura y los días de la semana también se ajustan, pues $365 = 7 \cdot 52 + 1$. Las fiestas religiosas están escritas de tal forma que al avanzar una línea aparezcan las del año siguiente. El problema es con los años bisiestos, pues tienen 29 días en febrero y habría que avanzar dos líneas para los años posteriores, pues $366 = 7 \cdot 52 + 2$. La solución de Balzola consiste en avanzar una línea al comienzo del año bisiesto. Advierte que los datos que así se obtienen sólo son válidos hasta el 24 de Febrero. Ese día hay que girar otro lugar y los días de la semana de las fechas posteriores quedan ajustados. En el mes de febrero están duplicados los días a partir del 24 de febrero, que es también 25, el 25 es también 26 etc. y, si el año es bisiesto, a partir del 24 la cifra válida es la segunda.

Por lo que se ha podido ver los datos de Balzola son correctos. Para escribir la columna con las fechas de Pascua, Adviento y otras festividades de cada año, Policarpo de Balzola tuvo que calcular el día en que caían en esos 90 años, o hallarlas a partir de alguna tabla. El cálculo de estos días no es trivial, Pascua es el primer domingo después del 14º día de la luna pascual, si ese día es domingo se debe tomar el domingo siguiente, y la luna pascual es la que tiene su 14º día después del equinoccio de primavera, 21 de marzo, por poner un ejemplo. Los años bisiestos están bien, 1900 no aparece como bisiesto, pero los demás múlti-

plos de 4 sí. Como ya se ha dicho no llega más que a 1936, por lo que no incluye el 2000.

Este invento ofrece los calendarios de noventa años seguidos, pero no trata otros problemas relacionados, como pasar las fechas al calendario musulmán, o judío, o dar los días en que son las fiestas de esas religiones, ni calcula los días comprendidos entre dos fechas. Esas cuestiones las trató Balzola en otros documentos sobre calendarios, que no se han podido localizar como:

"Método para la formación del calendario gregoriano y mahometano para todos los años. [...]"

Descripción del nuevo calendario perpetuo y método breve y fácil para arreglar anualmente el Calendario Gregoriano y Niceno⁹.

Descripción del Calendario perpetuo comercial y método para su uso con aplicación a la averiguación de los días que median entre dos fechas, sin ningún cálculo, resolución de cuestiones de interés, de / descuento de plazo medio y a la liquidación de cuentas corrientes con interés recíproco.

Elementos de cronología y formación de todos los calendarios del mundo, de todas las épocas por medio del Cronosymbalo ó calendario mecánico perpetuo y universal" [MUGICA, 1899, p. 22 / 23]

Las matemáticas de los calendarios no necesitan mucha abstracción, sólo requieren unos conocimientos especializados y dominio del cálculo, que Balzola poseía. No parece que en sus artículos profundizara en cuestiones teóricas, como hacía José Sánchez Cerquero, que justificaba la fórmula de Gauss¹⁰; pero, las soluciones mecánicas que encontró para realizar su Calendario perpetuo muestran que Balzola era, también, una persona ingeniosa y capaz en la fabricación de artefactos¹¹.

3. LA INTRODUCCION EN GUIPUZCOA DEL SISTEMA METRICO

Las unidades de pesos y medidas en el antiguo régimen eran muy complicadas. La misma magnitud solía tener unidades diferentes en los diversos reinos, a veces incluso cambiaba de un pueblo a otro. Unidades de dos magnitudes diferentes, superficie y volumen por ejemplo, podían tener el mismo nombre. Según la unidad de que se tratara los submúltiplos se obtenían dividiendo en cuatro, seis, diez o doce partes. Las unidades se tomaban sobre modelos poco fiables, y una unidad podía tener distinto valor en un sitio y otro. Por ejemplo, la vara de Burgos no era igual a la de Toledo, o a la de Guipúzcoa.

9. Adaptación del calendario Juliano a las fiestas cristianas hecho en el Concilio de Nicea de 325.

10. Para tener más información sobre el libro de Sánchez Cerquero, VERNET J., 1998, *Historia de la ciencia española*. Ed. Alta Fulla, (1ª ed. 1976), p.234-236.

11. Este calendario logró comercializarse, pero al parecer los ejemplares que existen no son de los que vendía Policarpo de Balzola, sino unas copias que mandó hacer su nieto Valeriano de Balzola, a partir del que poseía. Esta información ha sido proporcionada por Jaime Rodríguez, descendiente del inventor que posee un ejemplar. El otro que se ha podido ver está en el archivo municipal de Irún. Se agradece a los señores Jaime Rodríguez y Carlos Aguirreche la ayuda que han prestado en este estudio.

Esta situación era sumamente incómoda para aquellos colectivos que necesitaban tener medidas que fueran válidas en localidades distantes. En concreto, a los científicos y a los comerciantes les urgía la unificación de las medidas. Los científicos necesitaban unas unidades claras, en las que pudieran realizar sus medidas y comprobar las hechas por otros sin conversiones, ni cálculos. Para los comerciantes, como dice Balzola:

“Una de las cosas que más embarazan las relaciones comerciales es la variedad de pesas y medidas.” [BALZOLA, 1853a, p. I]

Los científicos, y otros sectores sociales interesados, querían que cada magnitud tuviera su unidad, lo más universal posible, y que para los múltiplos y submúltiplos siempre se siguieran las mismas reglas. La mayoría proponía que las divisiones fueran decimales, como en la escritura de los números, aunque algunos matemáticos fueron partidarios de abandonar la base 10 y pasar a la 12 por las facilidades que ofrece esa base para divisiones y multiplicaciones. En esta coyuntura, como explica Balzola en su *Aritmética* [p. 69-71], existían dos vías:

- 1ª Aceptar como pesas y medidas únicas para todo el país las más utilizadas y abolir las restantes. Esa fue la solución que adoptaron los ingleses, que construyeron unos patrones muy precisos para esas medidas.
- 2ª Cambiar todas las unidades utilizadas, buscando unas nuevas con una base natural y científica. La medida de longitud que adoptaron los partidarios de esta opción fue el metro.

Fue la República Francesa la que más hizo por que se establecieran unas medidas completamente nuevas. Primero nombraron unas comisiones para determinar la solución. Entre los que participaron en la toma de decisiones estaban Lavoisier, Condorcet, Laplace, Lagrange, Monge, Legendre y Borda, lo más escogido de la ciencia francesa de la época. Después de muchas discusiones se decidió tomar como base para la nueva unidad de longitud el meridiano terrestre, y para precisar su valor se midió con exactitud el arco de meridiano que va de Dunkerque a Barcelona, encargándose Delambre de la triangulación de Dunkerque a París y Machain de París a Barcelona. En territorio español colaboraron con él varios científicos españoles, entre los que estuvieron el matemático Chaix y varios militares y oficiales de la Armada. El 10 de diciembre de 1799, “19 frimaire an VIII”, las nuevas unidades pasaron a ser las oficiales en Francia. Antes, diversas comisiones con participación de científicos provenientes de Holanda, Dinamarca, Suiza, Italia y España decidieron el valor definitivo del metro.

Enseguida surgieron problemas, pues las nuevas unidades métricas resultaban más difíciles de entender que las antiguas. Es fácil hacerse una idea aproximada de la longitud de un pie o de un palmo, pero para saber lo que mide un metro hay que conocerlo. Los prefijos griegos o latinos de múltiplos y submúltiplos, como Kilo, Hecto o Deca resultaban extraños. Consciente de las dificultades, el gobierno francés primero permitió el uso de los antiguos nombres, y luego, en 1812, abandonó el sistema decimal y volvió al antiguo. Pero las razones que exigían implantar un nuevo sistema de unidades seguían existiendo y, final-

mente, en 1837, el sistema métrico decimal fue reinstaurado y ya no lo volvieron a cambiar.

En España el proceso fue similar, pero los obstáculos fueron mayores. El capitán de navío Gabriel Ciscar y el segundo maestro de matemáticas de los caballeros pajes de la corte, Agustín Pedrayes, participaron en la comisión que fijó las unidades métricas por parte española. Pero, después de que Luis XVI fuera guillotinado, el gobierno español se desligó de todo el proceso y no quiso introducir el nuevo metro. La necesaria unificación de unidades de medida en el reinado se quiso hacer imponiendo, en 1801, la vara castellana como unidad de longitud para todo el reino¹².

La unificación alrededor de la vara era posible en el reino de Castilla en el que las unidades no se diferenciaban mucho entre sí¹³, pero las diferencias entre la vara y las unidades de longitud empleadas en el reino de Aragón eran importantes, sobre todo con las medidas de Cataluña y Baleares¹⁴. La resistencia a aceptar las medidas de Castilla fue grande. En Navarra se introdujo la vara castellana por Real Cédula de 1806, pero se declaró contrafuero en las Cortes de los años 1817 y 1818 y “se restableció a su virtud la de Navarra.” [Yanguas, 1825, p. 367]

La invasión francesa y el reinado de José Bonaparte, no hizo más que complicar la situación y la cuestión quedó pospuesta durante medio siglo. De nuevo el 19 de julio de 1849, una ley proponía establecer la enseñanza del sistema métrico decimal en todas las escuelas desde 1852, y hacerlo obligatorio en la administración pública en 1853, y en todo tipo de documentos en 1860. El voluntarismo del legislador no pudo concretarse por falta de preparación. Las equivalencias oficiales entre las principales medidas antiguas y las métricas no se fijaron hasta 1852, las nuevas medidas eran poco conocidas, y la sociedad no estaba preparada por lo que la ley sufrió un primer aplazamiento el 31- XII-1852, otro al año siguiente, el 25- XII – 1853, y posteriormente quedó en suspenso.

Con eso se frenó el reconocimiento oficial, pero no se paró la labor de implantación de las nuevas medidas. Se crearon inspectores para controlar las medidas utilizadas, se enviaron patrones y se fue generalizando su uso. Toda esa labor hizo que, cuando se volvió a legislar que el sistema métrico debía ser obligatorio en la administración y el comercio, en 1867, las resistencias fueran menores, y tras algún nuevo aplazamiento terminó, por fin, siendo oficial en 1880¹⁵.

12. A. Ten, 1989, “El sistema métrico decimal en España”, en: *Arbor*, n° 134, p. 101-121.

13. Ver I.M. Carrión, 1996, p. 62

14. La vara de Castilla se utilizaba en Alava y Vizcaya y medía 0,8359 m, la de Guipúzcoa era un poco mayor, 0,837 m, en Navarra se utilizaba la vara de Pamplona que era bastante menor 0,785 y que se parecía a la de Zaragoza, 0,772.

15. Para la incorporación del sistema métrico decimal a España ver AZNAR, 1999.

En Guipúzcoa la evolución fue parecida a la del resto del reino. La ley de 1849 no se pudo llevar a la práctica porque la gente no conocía las unidades del sistema métrico y los aparatos estaban preparados para trabajar con las medidas tradicionales. Los patrones de las nuevas medidas debían estar para 1851 en todas las cabezas de partido judicial, pero sólo llegó un juego a la Diputación y no llegaron los de Tolosa, San Sebastián, Azpeitia y Vergara hasta 1863. La inspección de pesas y medidas, o Fielato, no se organizó hasta la década de 1860 y nombraron el primer inspector, o "Fiel almotacén", de Guipúzcoa en 1867. Como en otras partes la introducción del sistema métrico decimal a la enseñanza primaria fue lo que se hizo con más facilidad. El último impulso, que se dio durante el sexenio revolucionario, tuvo en Guipúzcoa el inconveniente de coincidir, en buena parte, con la tercera guerra carlista, pero el proceso se concluyó sin mayores dificultades.

Al publicarse la ley de 1849 la Diputación Provincial de Guipúzcoa se mostró prudentemente partidaria del cambio de unidades y, en su reunión de Tolosa de 1852, incluyó el tema en el orden del día y nombró una comisión especial, formada por los representantes de Deva, Zaldibia, Villarreal, y Astigarraga, para que estudiara la incorporación de las nuevas pesas y medidas. Los encargados propusieron:

"La comisión es del parecer que se invite a los ayuntamientos para que por su parte hagan los esfuerzos necesarios para poner en planta esta ley, así como para que acudan a la Diputación con objeto de arreglar sus pesas y medidas a las que ha enviado el Gobierno de S. M. No desconoce esta Comisión las graves dificultades o inconvenientes que tiene la introducción de un nuevo sistema general de pesas y medidas enteramente diferente al antiguo, pero cree que el tiempo y la necesidad harán que se adopte el nuevo sistema, y por lo tanto es del parecer que para la mas pronta inteligencia y conocimiento de la gente se autorice a la Diputación, para que valiéndose de personas inteligentes se forme un estado en el que se especifiquen las relaciones que tiene las medidas y pesas actualmente usadas en esta Provincia con el nuevo sistema métrico, imprimiéndose y publicándose para que llegue a conocimiento de todos."¹⁶

De acuerdo con lo aprobado, la Diputación dirigió una circular a los ayuntamientos, pidiéndoles información de las unidades de medida utilizadas en el municipio. Durante los meses siguientes éstos fueron respondiendo y la Diputación logró recoger datos fiables de la mayoría de las localidades.

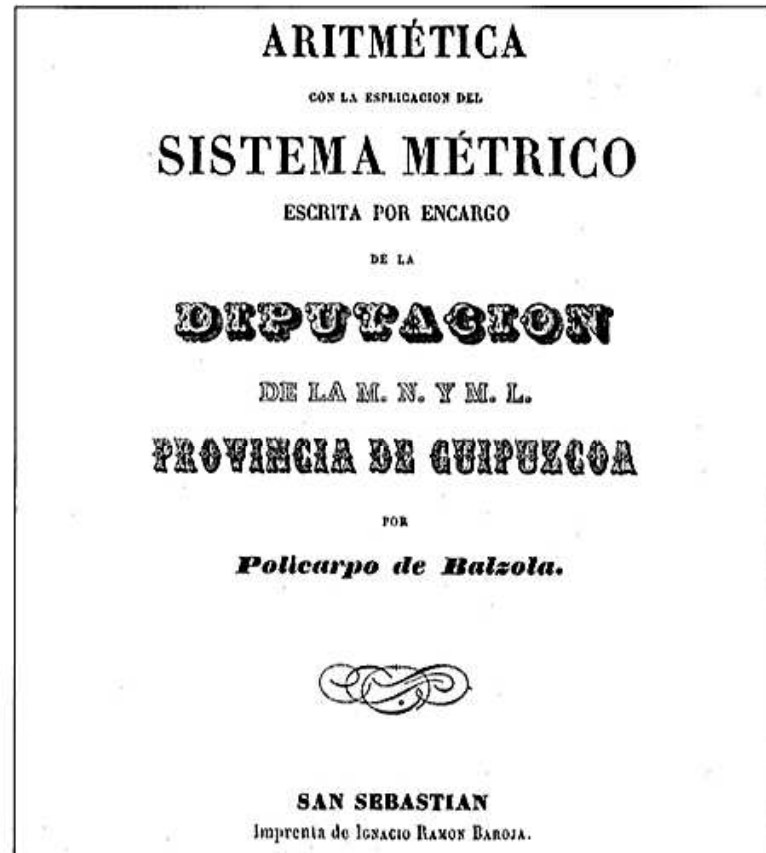
Por otra parte, la Diputación le encargó a Policarpo de Balzola la elaboración de unas tablas de equivalencias y la publicación de un libro para facilitar el uso de las unidades métricas en la provincia. Balzola se puso a elaborarlos y publicó, en 1853, un libro, dividido en dos partes, que la Diputación repartió a todos los Ayuntamientos y maestros, junto a un metro en madera, que se doblaba y tenía, por un lado, el metro con sus divisiones y, por el otro, una vara con sus pulgadas.

16. "Registro de las Juntas Generales que esta M. N. y M.L. Provincia de Guipúzcoa he celebrado en la M.N. y M. L. Villa de Tolosa [...] En la Imprenta de la Provincia 1852", p. 39.

3.1 La Aritmética

En el prólogo, además de informar de las leyes del gobierno central y de las iniciativas de la Diputación, Balzola explica que, tras "examinar los distintos tratados que sobre la misma materia se han escrito en España y en / Francia," [BALZOLA, 1853a, p. I/II], había decidido escribir dos libros, uno de aritmética elemental para explicar el sistema métrico decimal en las escuelas y otro con las medidas de los pueblos de Guipúzcoa y sus correspondencias. Los dos libros se publicaron juntos, aunque tienen portadas y paginaciones diferentes.

También informa que la Diputación envió el libro a la Junta Inspectoral del Real Seminario de Vergara y al Instituto provincial de segunda enseñanza para



que los profesores emitieran un dictamen y transcribe unos párrafos de estos informes que son muy elogiosos. Estas aprobaciones, probablemente, se consideraron necesarias porque el autor no era un profesor reconocido, ni tenía hechos los estudios apropiados.

Cuando juzgaron el libro de Balzola eran catedráticos de matemáticas del Instituto provincial José M^a Viana y Carlos Uriarte, y el ingeniero de caminos Germán Losada, daba matemáticas en la "Escuela especial de matemáticas" del Real Seminario de Vergara¹⁷. Carlos Uriarte, que era natural de Zumaya y arquitecto, fue luego director del Instituto de San Sebastián desde su creación hasta que falleció en 1897.

El libro de aritmética tiene 137 páginas, tras las que incluye unas tablas de equivalencias de las antiguas medidas con las métricas y viceversa, que provienen de la R.O. de 9 de diciembre de 1852. En la última cara se anuncia para una fecha futura un cuaderno de cuentas y una versión simplificada en forma de diálogo para los niños de corta edad, que no debieron de publicarse nunca.

El autor quería que este libro sirviera de explicación del sistema métrico y del cálculo decimal, "de modo que esta parte sirva al mismo tiempo para todas las escuelas" [BALZOLA, 1853a, p. II].

Los temas que desarrolla el libro son:

- Los números y las cuatro operaciones entre enteros, hasta criterios de divisibilidad.
- Los decimales y las operaciones entre decimales.
- Fracciones y operaciones entre fracciones.
- Números denominados, con ejemplos de longitudes, pesos, capacidad de áridos, capacidad de líquidos, monedas y tiempos. También incluye temperaturas y grados de alcohol.
- Simplificación de números denominados y paso a decimales.
- Operaciones entre números denominados.
- Discusión del problema de la unificación de medidas.
- Características del sistema métrico decimal, los múltiplos y submúltiplos.
- Las potencias y las raíces (cuadrada y cúbica).
- Proporciones, regla de tres.
- Intereses, anualidades, amortizaciones.
- Regla de la falsa posición¹⁸.

17. M.C. Caballer "La Escuela especial de matemáticas del Real Seminario Científico e industrial de Vergara", sin publicar.

18. Es un método para resolver ecuaciones de primer grado, ya en desuso, basado en la regla de tres, que se utilizó desde el Renacimiento hasta el siglo XX.

Las materias y la forma de desarrollarlas son las habituales de los textos preparados durante esa época para la asignatura de aritmética de la enseñanza primaria superior, que debía de incluir el sistema métrico decimal. J. V. Aznar [1999, p. 317] en su memoria sobre la introducción del sistema métrico en España, estudia bastantes textos de aritmética de la época, y afirma:

"Los contenidos [...] se circunscriben a los siguientes: teoría de la numeración, operaciones con números enteros, quebrados, operaciones con quebrados, decimales, operaciones con decimales, explicación de los pesos y medidas de Castilla (incluyendo algunos los propios de la provincia o los de la farmacia o joyería), sistema métrico decimal, números complejos o denominados y sus operaciones, números métricos y sus operaciones y reducción de medidas, y los textos vienen escritos por medio del diálogo, utilizando preguntas y respuestas. En cuanto a la enseñanza primaria superior, que se imparte a partir de los 9 años, los contenidos matemáticos de la asignatura se elevan hasta el estudio de las razones y proporciones, potencias y raíces, regla de tres, de interés, de compañía, de aligación, descuento de letras... temas en los que se plantea casi siempre ejercicios que implican el manejo de pesos y medidas antiguos o de los legales."

Por desgracia para Balzola, su *Aritmética* no estaba entre los textos aprobados por la R.O. de 21 octubre de 1856 para ser utilizados en la enseñanza oficial, que fueron bastantes numerosos. Entre ellos se encontraban la *Aritmética práctica* del vizcaíno Juan Cortazar y la *Aritmética decimal* del navarro Antonio Irivertegui [AZNAR, 1999, p. 304-305]

Se ha comparado el texto de Balzola con el *Tratado de Aritmética*¹⁹ de J. Cortazar y las diferencias no son muy grandes. El nivel es inferior en el libro de Balzola, que no trata algunos temas, como las cantidades incommensurables, pero debe tenerse en cuenta que este libro de Cortazar estaba destinado a la enseñanza secundaria.

Si se analiza la *Aritmética decimal* de Antonio Irivertegui, relator de la Audiencia de Pamplona, publicada en 1849, las diferencias en el temario y en la extensión son menores. Pero, en lo que se refiere al sistema métrico decimal el libro de Balzola es muy superior. Irivertegui no explica por qué era necesario y de qué forma se había optado por esas unidades, se limita a afirmar que su introducción marginará los quebrados y generalizará la utilización de decimales. Tampoco da información sobre la correspondencia entre las medidas antiguas y modernas, sólo dice que se debe esperar a que aparezcan las equivalencias prometidas por el Gobierno [IRIVERTEGUI, 1849, p. 6 y 231, BALZOLA, 1853a, p. 69-74 y p.139-154]. Balzola dedica también más espacio a problemas relacionados con cuestiones comerciales, de interés, anualidades o regla de la compañía y en general sus enunciados y problemas resultan más propios de una sociedad liberal burguesa que los de Irivertegui. Por poner un ejemplo, Balzola no tiene ningún problema con un enunciado como este de Irivertegui:

19. El *Tratado de Aritmética* fue el texto que publicó para la enseñanza secundaria, mientras que la *Aritmética práctica* la imprimió para los alumnos de la primaria superior, que era el ciclo anterior.

"Un marqués que tiene rentas en tierra 32451 reales; en casas 9632; en censos 8640; en ganados 18480, y en yerbas 20000; gasta al año en la plaza 8650 reales, en el juego 20350; en otras diversiones 6364; en el pago de criados 5230, y en el resto de gastos de casa 21462. Cuanto ahorrará cada año?" [IRIVERTEGUI, 1849, p. 36]

Pese a que parece un libro, como mínimo, de tanta calidad como otros que se aprobaron, Balzola no consiguió esa autorización oficial, y no se ha encontrado ninguna explicación del hecho. Cabe suponer que no tenía buenos contactos en el departamento de Instrucción pública, por su formación, por el trabajo que tenía y por su residencia lejos de la capital.

Pero, por eso, no debe creerse que el libro estuviera atrasado o falto de información. Balzola aparece como un buen conocedor de la aritmética elemental. La explicación que da para justificar la introducción del sistema métrico es interesante y muestra que conocía muy bien las razones y los pasos dados en la unificación de medidas.

Es posible que profundizara en algún aspecto más de la aritmética en su "Bosquejo de la teoría de la numeración", que tradujo al francés con el título "Esquisse sur la théorie de la numération", pero no se ha podido localizar.

3.2 Las Tablas de correspondencia

Este libro tiene 76 páginas de explicaciones y 20 con las tablas. En las dos primeras caras expone que la base de los cálculos que hace es la R. O. de 9 de diciembre de 1852, y que los realizó utilizando más decimales, pero los resultados los da con tres solamente porque "es suficiente en la medición práctica".

Tras esto, ve las unidades de las distintas magnitudes en las antiguas medidas de Guipúzcoa, dando las variantes de los diferentes pueblos, cuando existían. Luego da las unidades en el sistema métrico, y a partir de ahí estudia cómo pasar, para esa magnitud, de unas unidades a otras, utilizando la tabla correspondiente, y cómo calcular los precios en las antiguas medidas si se conocen en el sistema métrico y viceversa.

Las magnitudes que estudia son:

- Longitud
- Superficie, y en particular la piedra de sillería.
- Solidez, y en particular los troncos.
- Volumen de áridos especificando para carbones y castañas.
- Volumen de líquidos, viendo los vinos, los alcoholes, las sidras y el problema de utilizar el peso en lugar del volumen.
- Los pesos.
- Las monedas.
- Las pesas medicinales.

En cuanto a la variedad de unidades, las situaciones podían ser muy diversas. Para las medidas superficiales, por ejemplo, afirma que para áreas pequeñas

se utilizaban en todas partes las mismas unidades, salvo en la piedra de sillería; pero para las superficies agrarias el valor de las unidades variaba según los pueblos. Da los siete sistemas diferentes de unidades que había y pone la lista de municipios que utilizaban cada uno. En total son cincuenta y uno los pueblos de los que da las unidades. Sin estar todos los municipios de la Provincia, menciona la gran mayoría.

Al final van las tablas de equivalencias. En ellas da el valor que tiene cada medida en el otro sistema. Las tablas ofrecen la cantidad que corresponde a 1, 2... 9 unidades para facilitar las multiplicaciones. Además de cada magnitud van varias unidades diferentes, por ejemplo para la longitud da las equivalencias con el metro de líneas, pulgadas, pies, varas, estados de a 7 pies, leguas

TABLAS

DE

CORRESPONDENCIA

DE TODAS LAS

PESAS Y MEDIDAS DE GUIPUZCOA

Y LAS PRINCIPALES DEL ESTRANGERO

CON LAS DEL

SISTEMA MÉTRICO

DISPUESTAS POR ENCARGO

DE LA


DIPUTACION

DE LA M. N. Y M. L.

PROVINCIA DE GUIPUZCOA

POR

Policarpo de Balzola.



SAN SEBASTIAN

Imprenta de IGNACIO RANON BAROJA.

1853.

de 2000 pies castellanos, leguas de 8000 varas, leguas de 20 el grado y millas de a 60 el grado.

También incluye tablas con la correspondencia del sistema métrico con las principales medidas lineales y ponderales extranjeras, la correspondencia métrica de las medidas medicinales y una tabla de densidades.

Igualmente, están copiadas en este libro las principales disposiciones de la ley de 19 – VII – 1849 sobre la implantación del sistema métrico.

Las explicaciones son claras y este libro debió ser muy útil en la transición al nuevo sistema métrico. Su principal valor es que no se limita a las unidades más usuales, ni a los casos más sencillos. Para cualquier comercio que se hiciera en la provincia estas tablas ofrecían información sobre los problemas que podían surgir en cualquier pueblo con las unidades de medida. Su utilidad explica que en 1917 fueran reeditadas, sin la parte de aritmética.

Todavía hoy en día, las *Tablas* de Balzola son una referencia obligada para cualquiera que deba trabajar con las antiguas medidas de Guipúzcoa. I. Carrión [1996, p.79] afirma:

“Las Tablas de Balzola son un magnífico punto de partida para entender la metrología antigua de Guipúzcoa”

Este libro contiene una información completa de las antiguas medidas guipuzcoanas, aunque, desgraciadamente para el historiador, sólo informa de la situación en 1852, y no trata de la evolución anterior.

3.3 La última etapa de la introducción del sistema métrico en España

La última etapa de la introducción del sistema métrico, de 1867 a 1880, corresponde, principalmente, en la historia de España al llamado Sexenio Revolucionario (1868- 1874), pero en Guipúzcoa lo que le caracteriza es la guerra carlista, que vino a desarrollarse de 1872 a 1876. Las condiciones eran, por lo tanto, menos favorables para la generalización de las nuevas medidas que en otros lugares, sin embargo la incorporación del sistema métrico decimal a la vida guipuzcoana se hizo con menos problemas que en otras partes, gracias a la labor anterior de la Diputación y a la actividad de Balzola, y de otros miembros de la Diputación liberal.

Durante la guerra carlista, los miqueletes, que eran quienes cobraban los impuestos sobre el vino, los licores y otras tasas, fueron movilizados para combatir a los carlistas. La comisión de estadística, con la que colaboraba Balzola, tuvo que encargarse de la recaudación de esos impuestos indirectos. Balzola, aprovechando esa situación, propuso varias reglamentaciones para mejorar el uso de los instrumentos de medida y para que las medidas se hicieran utilizando el sistema métrico decimal. Acabada la guerra la Diputación publicó en 1880 un libro titulado “Reglamento e instrucciones para la administración de esta Provincia”, que tiene los siguientes documentos, que según Serapio Múgica [1899, p. 38-39] son obra del ingenio de Policarpo de Balzola

“Instrucción para el uso de los nuevos instrumentos de pesar, medir y graduar los artículos sujetos al arbitrio Provincial y Municipal con arreglo al sistema métrico decimal.

Reducción de los arbitrios municipales al tipo correspondiente del nuevo sistema métrico decimal.

Reglamento para la administración y recaudación de los arbitrios provinciales.

Reglamento para el régimen interior de la administración de arbitrios provinciales.

Reglamento para la imposición y cobranza de la contribución provincial.”

No se han encontrado las propuestas originales, pero en un par de casos se ha podido estudiar el documento que publicó la Diputación, que según su biógrafo fue redactado por D. Policarpo. Los documentos que se han examinado son la *Instrucción para el uso de los nuevos instrumentos de pesar, medir y graduar los artículos sujetos al arbitrio provincial y municipal en Guipúzcoa con arreglo al sistema métrico decimal*, publicado en 1873, y la tabla que comienza *Provincia de Guipúzcoa. Arbitrios municipales, año de 1871*.

Los dos documentos coinciden en tratar de la adaptación de los arbitrios, que estaban preparados para calcularlos con las viejas medidas, al sistema métrico decimal.

3.4 Instrucción para el uso de los nuevos instrumentos

Se trata de un folleto con unas treinta páginas de texto, que van seguidas por siete tablas, algunas a doble cara. Comienza con un prefacio en el que se informa que:

“Los que quieran tener tablas más exactas de las correspondencias de las pesas y medidas antiguas de esta provincia a las del sistema métrico decimal, pueden recurrir a la aritmética y tablas de correspondencia publicadas por D. Policarpo Balzola por encargo de la Diputación el año 1853.” [*Instrucción*, 1873, p. 4].

Por lo que se puede asegurar que la *Instrucción para el uso de los nuevos instrumentos*, está inspirada en las enseñanzas de D. Policarpo, si no la escribió él mismo.

En el texto se explica lo que son los números decimales y sus operaciones, en qué consiste el “Sistema métrico decimal”, cuáles son sus unidades, y qué prefijos utiliza para múltiplos y submúltiplos. No se extiende en explicar todas las magnitudes, pues “las medidas superficiales y cúbicas o de solidez no tienen aplicación en la administración de arbitrios y se omite por lo mismo su descripción.” [*Instrucción*, 1873, p. 9] y de ellas sólo explica los litros.

El siguiente apartado del folleto es sobre la “Reducción de las antiguas pesas y medidas de Guipúzcoa y de algunas Provincias limítrofes a las del sistema métrico-decimal.” [*Instrucción*, 1873, p. 10] Para realizarla propone utilizar la primera tabla de equivalencias y hacer algunas sumas o productos.

Tras estas explicaciones comienzan las instrucciones para utilizar los instrumentos que se empleaban para determinar los impuestos. Comienza con los dos aparatos que servían para medir el contenido de las barricas:

“Metodo para medir las barricas por medio del fierro graduado.” [*Instrucción*, 1873, p. 13].

“Método de medir las barricas, cubas y cualquier vasija cilíndrica de sección circular por medio de la cinta graduada” [*Instrucción*, 1873, p. 15].

Continúa con el dispositivo utilizado para conocer los pesos, que seguía siendo la báscula romana.

Sobre la medición del grado de alcohol se extiende más. Advierte que la Diputación había adoptado el alcoholómetro de Gay - Lussac y dejado de lado el de Cartier, que se utilizaba antes. También explica el manejo del termómetro, para saber la temperatura a la que se hace la medición y encontrar la equivalencia con los grados alcohólicos a 15°.

Para medir el grado de vinos y licores se necesitaba hacer una destilación previa y explica la utilización del alambique en un apartado titulado:

“Del alambique de ensayo y modo de analizar los vinos y licores para averiguar el alcohol que contienen”.

El alcoholómetro de Gay-Lussac da el resultado en centésimas, equivalentes a las partes de alcohol en agua, y había sido ya defendido por Balzola en otros escritos desde 1845.

La última parte del texto trata “de la manera de calcular el importe de los arbitrios provinciales y municipales.” [*Instrucción*, 1873, p. 25] En ella pone ejemplos de las actuaciones más corrientes, viendo el impuesto del vino en Abalquisqueta luego el del aguardiente del mismo pueblo y el de la carne de Alegría.

Siguen siete tablas dedicadas, una a las correspondencias de las medidas de volumen y peso de Guipúzcoa, Castilla, Rioja, Navarra y Zaragoza, otra a la proporción de líquido contenido en la barrica según sea la lectura del “fierro”, otra a la conversión de los grados de alcohol de Gay - Lussac a cualquier temperatura a grados a 15°, otras a la correspondencia entre grados Gay - Lussac y Cartier, y al grado de alcohol de vinos y licores. La última se titula:

“Tabla nº 7 Derechos provinciales que deben exigirse por el consumo de tabaco, sal, carne, vino, alcohol y licores.”

Y en ella se da el impuesto provincial a pagar por 1, 2... 9 litros, kilogramos o hectolitros, según el producto a tasar.

Los instrumentos de medida que se utilizaban parecen bastante tradicionales. El más moderno es el alcoholómetro de Gay-Lussac, que Balzola consiguió finalmente que se implantara. Las conversiones y demás operaciones que se plantean están explicadas con claridad y corrección, pero no tienen mayores dificultades matemáticas.

3.5 Arbitrios municipales

La tabla titulada *Provincia de Guipúzcoa. Arbitrios municipales, año de 1871* trae la conversión de los impuestos que cobraba cada villa al sistema métrico decimal. En ella aparecen, en orden alfabético, las localidades y por columnas van, en cada una, los productos que debían pagar derechos, las antiguas unidades y lo que se pagaba en ellas y las nuevas unidades métricas a utilizar y lo que se debía cobrar por ellas.

En las tablas de 1871 se puede ver que en Abalquisqueta gravaban sólo el vino y el aguardiente, en Aduna además el peso de las mercancías en la alhóndiga, en Aizarnazabal el aceite y así hasta Zumaya, donde además de pagar por introducir vino se gravaba la sidra y el chacolí.

Al final de la tabla el secretario de la Diputación informa que esta conversión fue aprobada en las juntas de Tolosa el 9 de julio de 1872.

En este documento, como en el anterior, lo más sobresaliente es que era un paso adelante para la normalización de las nuevas medidas. Balzola defendió el sistema métrico decimal en su libro de *Aritmética* y sobre todo, como se ha visto, trató que existiera una información, con unas tablas y unas explicaciones sobre cómo funcionaba para hacerlo fácil. No se debe despreciar su actividad en este campo, aunque no trate grandes temas de matemáticas y no sea tan original como en sus inventos. La incorporación de Guipúzcoa al sistema métrico no fue sencilla y hubieron muchas reticencias a superar. Las opiniones en contra vienen resumida en estos versos que se atribuyen a José M^a Iparraguirre, aunque no figuran en las recopilaciones de sus obras:

*Francian dana emenda
dana inconstanciya
baña asmoarentzat
badute graziya
Aurretic dago
gure auso erriya
orain ecarri dute sistema berriya*
*¿Icusico zenduque
ceñec entenditu luquean
lenguaje ori?
Escola Maishu Jaunac
esan dit lengo egunean
libra bat aragui
edo libra bat legatz
erostera bazuazte plazara
esango emen da:
Quilometro, ectometro
Decimetro, Milimetro,
Lictro, Ectro, Setro, Netro.
¡Ay, au Deabruqueriya!*

*Zeñec adilezaque lenguaje ori?
Eta Escola Maishu Jaunari
Asarratuta esan niyon:*

*Quilometri sistema berriya
entenditu ez lezaque;
diabruqueriya oyec
ez dira sartuco nere buruan;
eta Libra, libra erdi
Laurden, laurden erdi
esan biarco anchinaco moduan
¡Ay, onec viciyac!²⁰*

En ellos están las principales críticas: eran unas medidas extranjeras que venían de Francia, las unidades resultaban desconocidas y los prefijos para múltiplos y submúltiplos eran un trabalenguas. También aparece en los versos quienes eran los principales defensores: los maestros, y dónde se desarrollaba principalmente la pelea: en la plaza del mercado.

Existió, también, una oposición a las nuevas medidas de personajes importantes de ideología conservadora, como Joaquín de Yrizar, de Bergara, que escribió un libro en dos tomos titulado *Memoria Sobre lo absurdo del sistema decimal* publicado en San Sebastián en 1869, pidiendo que el Papa Pío IX convocara un Concilio para decidir las unidades a utilizar. Pero Balzola no participó en esas discusiones, o al menos no se han encontrado noticias de ello. Para él la necesidad del sistema métrico decimal estaba clara y su preocupación era que se conociera y que se utilizara.

4. POLICARPO DE BALZOLA MATEMATICO

Este recorrido por la vida, los estudios, los escritos y los inventos de Balzola permiten ajustar sus relaciones con las matemáticas. Queda claro que fue una persona inclinada a esa ciencia para la que tenía facilidad. Su profesión de agrimensor le hizo utilizar en su trabajo la geometría, y sus inventos estuvieron relacionados con cuestiones de matemáticas aplicadas. En sus actuaciones públicas trató de emplear las matemáticas, como se puede ver en su biografía y como se ha visto aquí en el caso de la introducción del sistema métrico en Guipúzcoa. Además fue una persona que confiaba en el avance de las ciencias y las técnicas, y buscaba con sus escritos que se generalizara su uso.

Está claro, también, que no fue un "licenciado en exactas", en el sentido que eso tenía en la primera mitad del siglo XIX. Sus estudios fueron más prácticos, y su primera profesión, escribano, era más de un hombre de letras que de ciencias. Nunca fue profesor de matemáticas, a ningún nivel. Además aparece bas-

20. Este verso se ha tomado de la *Enciclopedia General Ilustrada del País Vasco* de la editorial Auñamendi, entrada "Metro".

tante desligado de los círculos científicos de Madrid o de Guipúzcoa, pero no de la vida científica de su tiempo.

Por sus escritos y sus inventos se puede asegurar que tenía unos sólidos conocimientos matemáticos, especialmente en aritmética y geometría elemental. No es posible escribir un libro de aritmética o inventar la máquina de calcular sin esos conocimientos. Pero, al mismo tiempo, se ve que ignoraba, o al menos no dominaba, algunas partes de las matemáticas que se habían desarrollado en el siglo XVIII como el cálculo diferencial o integral, o los desarrollos del siglo XIX en álgebra, o en geometrías no euclídeas. Era, sobre todo una persona hábil en cuestiones de matemáticas aplicadas. La máquina de calcular, el calendario, las tablas y las conversiones, requerían facilidad de cálculo, inventiva y saber llevar las matemáticas a los fenómenos cotidianos.

Si matemático es la "Persona que profesa las matemáticas o tiene en ellas especiales conocimientos" como dice el *Diccionario de la lengua española* de la Real Academia [1992, vol.II, p.1336], Balzola no lo sería por sus saberes, pues sus conocimientos no fueron especialmente amplios ni profundos, ni descubrió nada especial en matemáticas. Ahora bien si profesar, como dice ese mismo diccionario, consiste en "ejercer una ciencia, arte u oficio" o "ejercer una cosa con inclinación voluntaria" indudablemente, Balzola fue un buen matemático, pues supo aplicar las matemáticas no sólo en su actividad profesional, sino también en otras muchas tareas a las que se dedicó.

BIBLIOGRAFIA

- AZÑAR GARCÍA J.V. (1997). *La unificación de los pesos y medidas en España durante el siglo XIX: los proyectos para la reforma y la introducción del sistema métrico decimal*. Tesis doctoral. Universitat de València.
- BALZOLA P. (1850) *Teclado aritmético presentado por D. Policarpo de Balzola*. San Sebastián
- BALZOLA P. (1853a) *Aritmetica con la explicacion del Sistema metrico escrita por encargo de la Diputacion de la M.N. y M.L. provincia de Guipuzcoa por Policarpo de Balzola*. San Sebastián
- BALZOLA P. (1853b) *Tablas de correspondencia de todas las pesas y medidas de Guipuzcoa y las principales del extranjero con las del sistema metrico dispuestas por encargo de la Diputacion de la M.N. y M.L. provincia de Guipuzcoa por Policarpo de Balzola*. San Sebastián.
- BENITO Jesús de (1994) *La Enseñanza de Primeras Letras en Gipuzkoa(1800- 1825)*. Ed. Gipuzkoako Foru Aldundia.
- CAPEL H. (1982) *Geografía y matemáticas en la España del siglo XVIII*. Ed. Oikos-Tau. Barcelona.
- CARRION I.M. (1996) "Los antiguos pesos y medidas guipuzcoanos" en: *Vasconia. Cuadernos de Geografía - Historia*. nº 24, p. 59-79.
- DAUMAS M. (1996) *Histoire générale des techniques*, 5 vol., P.U.F. París, 1ª edición 1979.
- FAUS PRIETO A. (1995) "Ejercicio profesional de la agrimensura en el siglo XVIII" en *Llull*, vol. 18, nº 35, p. 425-440.

Instrucción para el uso de los nuevos instrumentos de pesar, medir y graduar los artículos sujetos al arbitrio provincial y municipal en Guipúzcoa con arreglo al sistema métrico decimal. Tolosa [...] 1873.

IRIVERTEGUI A. (1849) *Aritmética decimal*. Pamplona.

MONGE J. (1996) *Los nombres de las calles de Irún 1859- 1995*, p. 287-288. Tomo XIV del *Boletín de estudios del Bidasoa*. Irún.

MÚGICA S. (1899) "Euskaros Ilustres D. Policarpo de Balzola" en: *Euskal-Erria*, Tomo XLI, p. 17 - 24, 37-42.

RAMÍREZ MARTÍNEZ A. (1997) *De la mano a la electrónica. Máquinas de calcular*. C.P.R. Huesca. Uned Barbastro

TORIO T. (1802) *Arte de escribir por reglas y con muestras según la doctrina de los mejores autores antiguos y modernos extranjeros y nacionales acompañado de unos principios de aritmética, gramática y ortografía castellana, urbanidad y varios sistemas para la formación y enseñanza de los principales caracteres que se usan en Europa. Compuesto por D. Torquato Torio de la Riva y Herrero*

URANZU L. de (1975) *Lo que el río vio*. Bilbao. Reedición de la Gran Enciclopedia Vasca.

VEA F. (1995) *Las matemáticas en la enseñanza secundaria en España en el siglo XIX*, 2 vol., Ed. Universidad de Zaragoza

YANGUAS J., 1828, *Diccionario de los Fueros del Reino de Navarra*. San Sebastián