

ARTÍCULO ORIGINAL

## Fray Martín Sarmiento y la Educación Científica. II. La enseñanza de las Matemáticas y la Astronomía

**Uxío Pérez Rodríguez**  
*uxio.perez@uvigo.es*  
Universidade de Vigo

**María Álvarez Lires**  
*lires@uvigo.es*  
Universidade de Vigo

**José Lillo Beviá**  
*jlillo@uvigo.es*  
Universidade de Vigo

**RESUMEN:** En esta serie de dos artículos se recogen las reflexiones del ilustrado gallego Fray Martín Sarmiento acerca de la educación científica. En el primer artículo se hizo un recorrido por los paradigmas científicos de los siglos XVII y XVIII y sus correlatos en los pedagógicos, relacionándolos con el pensamiento sarmentiano, así como se detallaron los principales argumentos y posiciones pedagógicas de Fray Martín. En la segunda parte de este trabajo se realizará un tratamiento más detallado de sus propuestas relacionadas con la educación científica, particularmente con las dedicadas a la enseñanza de las Matemáticas y la Astronomía.

**PALABRAS CLAVE:** Historia de la Educación, Enseñanza de la Astronomía, Enseñanza de las Matemáticas, Fray Martín Sarmiento, Educación Científica.

### Fray Martín Sarmiento and Science Education. II. The teaching of Mathematics and Astronomy

**ABSTRACT:** In these two papers discusses the thought of Fray Martín Sarmiento, an enlightened Galician. The first article outlined the scientific paradigms of the seventeenth and eighteenth centuries and their relationship to the pedagogical aspects, related to the sarmentian thought, and also described the more important pedagogical thoughts of Fray Martín. In this second part of this papers will involve a detailed analysis of the proposals related to science education, particularly with the teaching of Mathematics and Astronomy.

**KEYWORDS:** History of Education, Astronomy Teaching, Mathematics Teaching, Fray Martín Sarmiento, Scientific Education.

---

Fecha de recepción 19/06/2009 · Fecha de aceptación 18/09/2009  
Dirección de contacto:  
Uxío Pérez Rodríguez  
Facultade de Ciencias da Educación e do Deporte  
Campus A Xunqueira, s/n. 36005 Pontevedra

#### 1. INTRODUCCIÓN

Tras haber realizado en el anterior artículo de esta serie un recorrido superficial por los paradigmas

científicos de los siglos XVII y XVIII y sus correlatos en los pedagógicos, relacionándolos con el pensamiento sarmentiano, y después de haber recogido los principales argumentos y posiciones pedagógicas de Fray Martín, en este segundo artículo se realizará un tratamiento más detallado de sus aportaciones relacionadas con la educación científica, particularmente con las dedicadas a la enseñanza de las Matemáticas y la Astronomía.

## 2. LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Como señalan Antón Costa y María Álvarez Lires (2002), la obra pedagógica de Fray Martín no reúne las condiciones suficientes para poder ser considerada como un pensamiento sistemático y ordenado sobre el hecho educativo, y sus teorías educativas y de organización de la intervención educativa tampoco están perfectamente articuladas – cosa que el fraile benedictino tampoco pretendía– (Costa y Álvarez Lires, 2002, p. 101). La única excepción la esta afirmación, como ya indican Costa y Lires, la constituye su disertación sobre la manera de enseñar a la juventud a contar, en la que se establece un completo programa de Aritmética y Geometría. En este apartado se proporcionará una visión panorámica del pensamiento sarmentiano al respecto.

Por otra parte, las Matemáticas tenían un estatus especial en la gnoseología y epistemología sarmentianas, lo que conllevaba profundas implicaciones en sus reflexiones sobre la enseñanza de esta disciplina, como también se mostrará en este apartado, en el que también se hará referencia a la variadísima instrumentación didáctica que Sarmiento proponía emplear en la enseñanza de las matemáticas.

### 2.1. La Matemática natural y la necesidad de enseñar Matemáticas

Fray Martín no pretendía que se profundizase excesivamente en la enseñanza de las Matemáticas en la juventud, pero sí consideraba imprescindible que se realizara un acercamiento a esta cuestión, acompañado del estudio de su lengua vulgar y de su medio:

“No pretendo, que al Niño Español, en aquella determinada edad; se le cargue de toda la Historia Natural, y de todas las Mathematicas. Estos Estudios

vendrán despues; pero antes de Estudiar las Facultades de las Escuelas. Lo que en aquella Edad se les debe pedir, es que se aficionen à aquellas Ciencias, egercitando su Memoria, en la Historia Natural del Pais; en la extension de su Lengua nativa, y vulgar; y en algunos Principios de las Matemáticas”<sup>1</sup>.

“No pienso que à los Niños Españoles, se les acometa con la Analysis de los Infinitos. Mucho mas acá podran quedar, para ser utiles à la Republica”<sup>2</sup>.

La causa de esta importancia de la enseñanza de las Matemáticas se deduce del estatus que tenían en el marco gnoseológico sarmentiano (Álvarez Lires y García Suárez, 2002). Ya que la Matemática estaba presente en la Naturaleza, existía tanto en los *mixtos* como en los seres humanos una predisposición natural hacia ellas. Todas las personas tenían la capacidad de pensar matemáticamente, incluso las personas “rústicas”, las viejas y la juventud:

“El Hombre es naturalmente Mathematico; por lo mismo que es Racional. Asi, ademas de su Logica Natural, tiene todo Hombre, su Arithmetica Natural: su Geometria Natural: su Estatica Natural: su Optica Natural; y su Musica Natural. El Versiculo de las 7 Artes Liverales [...] comprehende las que son Naturales al Hombre. El Astra, ò Astronomia, no ès Natural; pero si, el conocimiento de los Movimientos”.

“De manera, que Niños, Viejas, y todo Hombre, todos son Mathematicos Naturales”<sup>3</sup>.

Y, de hecho, para llevar a cabo la enseñanza – no sólo de las Matemáticas–, en su opinión era imprescindible tener en cuenta la capacidad matemática innata de la juventud:

“Para saber algo, no ès necesario estudiar mucho; pero si el meditar, y combinar muchisimo. Pero para enseñar a los Niños, y al que no sabe, ès indispensable estudiar la Cosa, como ya dixè, por todos sus visos, asta hallar el que ya tiene Semillas, en la Mathematica natural de los Niños”<sup>4</sup>.

“si à uno de esos [viejas, niños u hombres] se les quiere enseñar Arithmetica Artificial, es preciso fundar la enseñanza, en la Arithmetica Natural. Lo mismo digo de la Geometria, ò de otra qualquiera Ciencia Mathematica Artificial. Si el Artificio, no se funda en lo Natural; ni valdrà nada; ni se podrá enseñar con fundamento solido”<sup>5</sup>.

Así, Sarmiento no compartía la opinión de las personas que abogaban por la *tabula rasa* en un sentido estricto. Era sin duda un empirista, como

bien indica la profesora Pilar Allegue (1993), pero, en todo caso, y en palabras de María Álvarez Lires (2000, p. 254), era un empirista *no ingenuo*:

“o empirismo de Fr. Martín non é inxenuo: a experiencia é necesaria, pero non abonda para tirar conclusións, hai que buscar as razóns, mediante combinacións, analoxías e, en definitiva, mediante un complexo proceso no que o método matemático será un valioso instrumento”.

Aun así, Fray Martín no negaba completamente todas las formas de innatismo. La experiencia sensible era imprescindible para conocer el mundo, pero la juventud poseía una “*Mathematica Natural*” a la que era preciso adaptarse en la enseñanza.

Las Matemáticas permitían dar el salto de lo concreto a lo abstracto, y posibilitaban pasar de las sensaciones a las ideas:

“las Mathematicas deben constituir el indispensable estudio intermedio, pa. pasar del conocimto. de las cosas visibles, al de las intelectuales”<sup>6</sup>.

“Los que nunca se han dedicado, ni aun à tener una lebe tintura, de la Historia Natural, y de las Matematicas, no tendran especies reales, y visibles, que combinar, y sobre que discurrir; ni sabran el methodo claro, conciso, y Demostrativo, para entenderse con las Ciencias, y enseñarlas à otros”<sup>7</sup>.

Por tanto, no tenía sentido acometer la enseñanza de esta disciplina –ni la de otras– sin fundamentarla en la experiencia sensible del alumnado:

“Las *Mathematicas* se deben estudiar, ò gustar à lo menos, antes de entrar al Estudio de las Ciencias muy abstractas. Tenemos ya al Junior casi en Visperas de salir à los Colegios, à estudiarlas. Y por eso quisiera que no saliese, antes de verle bien fecundada su Cabeza de muchos objetos sensibles, visibles, palpables &a. y de una buena parte de objetos semiabstractos, quales son los *Mathematicos*. Como los muchachos toman el Havito de corta edad, y muchos se criaron en Aldeas; en donde no pudieron atesorar en su memoria, muchas, ni curiosas especies, de objetos visibles, y muy expectables, es preciso que en el modo posible, se les supla aquel defecto; colocandolos en proporcion, pa. que palpen, ò vean, algunos espectables objetos, ò de la Naturaleza, ò del Arte”<sup>8</sup>.

El estudio de las disciplinas más abstractas, por tanto, debía aguardar al desarrollo de las habilidades matemáticas básicas. Fray Martín no indicaba qué edad era la adecuada para que la juventud “ya pueda entrar en Especulaciones”, dado que esto “dependerà de la mayor, ò menor vivacidad respectiva”<sup>9</sup>.

Por otra parte, las personas que no ejercitaban su capacidad matemática en la juventud perdían la posibilidad de aprehender lo matemático por mucho que se les explicara adecuadamente (Sarmiento, 1732, p. 70):

“Es observacion de los Eruditos, que aquellos hombres que han dexado passar los treinta primeros años de su edad, sin haver saludado siquiera los primeros Rudimentos de las 30 o 40 Ciencias *Mathematicas*, se hallarán en edad abanzada, ineptos no solo para entenderlas por sí solos, sino tambien para entenderlas con Maestro”.

Así, indicaba por ejemplo que sería más sencillo explicar a la juventud la cuadratura de los arbelos y de las lúnulas de Hipócrates que a las gentes de mayor edad que no habían tenido oportunidad de ejercitar su facultad innata<sup>10</sup>.

## 2.2. La instrumentación didáctica

Fray Martín opinaba que en la enseñanza era preciso emplear instrumentación didáctica muy variada, de la que no siempre era fácil disponer<sup>11</sup>. Por lo que respeta a la instrumentación necesaria para la enseñanza de las Matemáticas, esta también tenía que ser de tipos muy diversos y adaptada a las necesidades concretas de la cuestión tratada. Por ejemplo, el estudio de los sólidos no debía abordarse, en su opinión, en el plano, sino que debían emplearse objetos tridimensionales, como dictaba la Naturaleza:

“Vease aqui la razon, porque la Ciencia de los Solidos, no està tan adelantada, y ès, porque se enseña por los Libros, en los quales, no ay Solido alguno, sino en pura perspectiva de Lineas, y Superficies. En esto se han apartado los Hombres de lo que dicta la Naturaleza. A mi me dicta, que la Ciencia de los Solidos, no se debe enseñar ni estudiar, por medio de la Pintura; à distincion, de la de Lineas, y superficies: Sino por medio de los mismos Cuerpos Solidos, en pequeño, que se manegen, se corten, y se combinen”<sup>12</sup>.

De esta forma, dado que “Muchos se espantan viendo Figuras en el Papel; y mas si estan cargadas del ABCD &”<sup>a</sup>, sería mejor emplear “Huevos,

Limones, Sandias, Peras, Naranjas, Dados, Higos, Castañas, &<sup>a</sup>. Cuerpos todos Solidos de diferentes figuras, ya regulares, ya irregulares". Además de estos objetos naturales, serían también de utilidad "diferentes Cuerpos solidos Mathematicos artificiales, Cubo v.g, Cylindro, Esfera, Pyramide circular, Tetrahedro, Cuerpo Eliptico, Parabolico, Hyperbolico, Prisma&, y de modo que cada uno se compusiese de tres, ò 4 Secciones, ò Cortaduras, que unidas les representen enteros". Así podrían estudiarse las secciones cónicas y las de otros objetos<sup>13</sup>.

En lo que se refiere a las líneas bidimensionales y las superficies, proponía emplear no sólo las tradicionales reglas, escuadras, semicírculos graduados o compases de los "estuches matemáticos", sino también planchas de metal que representaran curvas, particularmente las cónicas y la cuadratriz<sup>14</sup>.

Con todo, su instrumento favorito del estuche matemático era el "Compas de Proporción, que vulgarmente se llama, Pantometra; porque con él se podrá medir toda Línea, Superficie, y Cuerpo [...]. Y porque en el, estan todas las Proporciones"<sup>15</sup>.

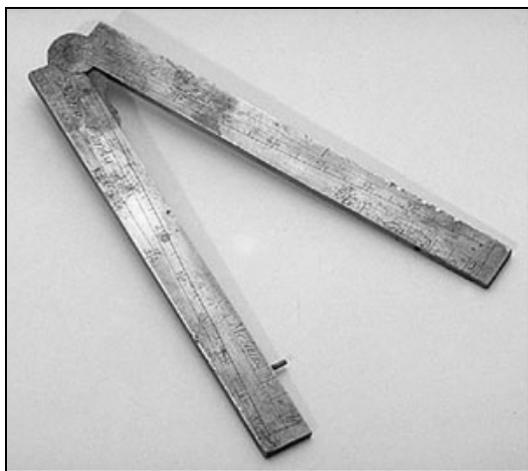


Figura 1. Compás de proporción del s. XVIII. Istituto e Museo di Storia della Scienza, Florencia.

Este compás de proporción o *Pantómetra* (Figura 1), del que había múltiples variantes, estaba en su forma más sencilla y usual formado por dos reglas iguales unidas por un extremo. Abriéndolas completamente formaban una sola de doble longitud, de tal forma que los bordes quedaban en línea. Sobre las caras del compás aparecían diversas escalas rectas: línea de planos, de partes iguales, de

cuerdas... Era muy empleada por los marinos de los siglos XVII y XVIII, siendo su principal función dar a conocer las proporciones existentes entre magnitudes de la misma especie. El fundamento teórico en el que se basaban estos instrumentos era la semejanza de triángulos. Con este aparato se podían realizar diversos cálculos matemáticos: multiplicaciones, raíces cuadradas y cúbicas, cálculo de la medida de los lados de los polígonos regulares, cuerdas de ángulos... En las escalas que incorporaban había líneas que servían para fines aplicados, como la estimación de pesos de lingotes y de balas de cañón, así como el calibre de estas últimas. El nombre de *Pantómetra* estaba, por tanto, plenamente justificado.

Fray Martín estaba al tanto del fundamento teórico que subyacía al diseño de este instrumento: "todo se reduce à la Operacion de la Regla de tres, de Oro, y de Proporción, y Proporcionalidad. Asi, se debe llamar la Pantometra, el Compas de las Proporciones". Pensaba que a la *Pantómetra* se le podrían incluir otras escalas de utilidad para las diversas profesiones o con diversos fines educativos. Cuando el alumnado dominase "las cuatro Cuentas comunes, en las Proporciones, y en otros conocimientos generales"<sup>16</sup> se debía hacer lo siguiente:

"la Pantometra se debe poner en las manos de los Niños, para que se egerciten en las Cuentas, y en la Regla de tres, ò de Proporción [...]. Se le debe ir explicando cada una de las Líneas Rectas, que estan gravadas en el Compas [las escalas]; y que cada una tiene el título para lo que sirve; y cuyas Proporciones contiene, para fundar sobre ellas las reglas de Proporción, vuscando una Quarta Proporcional, ò por Numeros, ò por Líneas, ò por Chordas &<sup>a</sup>. Por lo que esto tiene de Enredo, entraràn los Niños admirablemente"<sup>17</sup>.

Sarmiento ideó varias pantómetras que se podían emplear en la enseñanza de diferentes disciplinas. Así, diseñó una "Pantómetra Cronologica" (Figura 2) que pudiese ser de ayuda en el estudio de la Historia:

"Deseo que se haga una Pantometra, de Madera fuerte [...] Las dos Reglas, Pies, ò Listones, han de tener cada uno, dos dedos de ancho [...]. Esos dos Listones, se han de azepillar, y alisar bien, y se han de unir con un Exe, ò Gozne, ò charnela. En esos Listones, se han de escribir las Epocas y sucesos mas memorables. V.g.

Dividase en 18 partes, la Vara de largo, de la Pantometra Chronologica; y cada espacio equibalga

100 Años. Por las divisiones, [...] se han de medir los Siglos; y sean 18 despues de Christo: y otros 18 Siglos, antes de Christo. Abrase el Compas, asta hacer Linea Recta [...]. En ella se verá toda la Sucesion de Hechos, de 36 Siglos [...]. Es cierto, que la Victoria de Alexandro, contra Dario, sucedio, cerca de 330 años, antes de Christo. Y el Concilio Niceno [de Nicea], se celebrò, cerca de 330 años despues de Christo. Luego, esos dos sucesos, corresponden en una misma Division, ò traste, del compas cerrado”<sup>18</sup>.

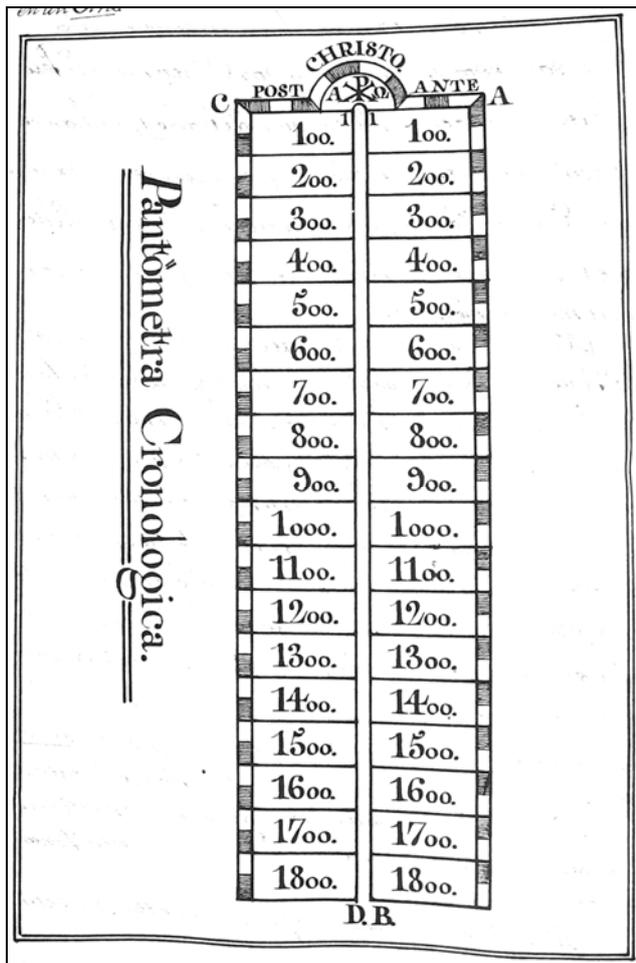


Figura 2. La Pantómetra Cronológica de Fray Martín cerrada<sup>19</sup>

De esta manera, al cerrar la pantómetra cronológica se hacía coincidir eventos anteriores a nuestra Era con eventos posteriores. Este emparejamiento, según el fraile benedictino, podría “ayudar la Memoria de los Niños; y aun de los Adultos”<sup>20</sup>.

Volviendo a la enseñanza de las Matemáticas, Sarmiento diseñó también una “Pantometra Circular”

que tenía “muchísimos mas usos, que la Pantometra comun”<sup>21</sup>. Este instrumento (Figura 3) tenía una complejidad mayor que la Pantómetra común “para que cada una [cada línea de la pantómetra circular] pueda egercer su habilidad combinatoria, vuscando nuevos Theoremas; ò aplicando los que ya tuviere comprendidos”<sup>22</sup>.

Sirva como ejemplo de la utilización de esta invención una explicación que Fray Martín realiza sobre la manera de representar diversas líneas trigonométricas en la Pantómetra circular y el modo de sumarlas:

“Salga del centro B un Hilo largo [el hilo BP, con una plomada en su extremo], que pasando por H Grado 45 llega asta T. Pongasè allí un Alfiler, y será la Secante. Doble, y corra por TA y será la Tangente. Pongase Alfiler en A. Doble desde allí à H y será la Corda de 45. Pongase Alfiler en H y doble el Hilo, y corra asta L y será la Corda de 90; cuya mitad en S es el Seno Recto de 45; el qual està entre la Sagita, y el Seno de Complemento. Pongasè Alfiler en L. Doble el Hilo; y pasando por la mitad del Semirrayo M bà a parar a R. Pongase en R Alfiler, venga à rematar el Hilo en el Centro B. Desembuelvasè todo el Hilo, y será la Suma de todas las Lineas; Secante, Tangente, Corda de 45, Corda de 90, Corda que junta la mitad del Rayo con la mitad del Quadrante; y el Rayo. Demanera que el Hilo, contiene el valor de las 6 Lineas dhas”<sup>23</sup>.

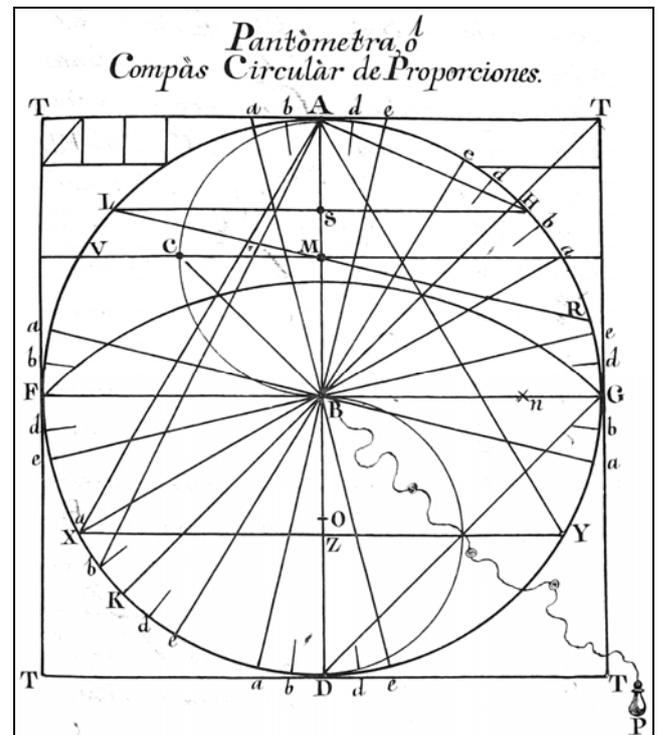


Figura 3. La Pantómetra Circular de Sarmiento<sup>24</sup>

### 2.3. La enseñanza de la Aritmética y la Geometría

Sarmiento daba en su *Obra de los 660 Pliegos* muchas indicaciones sobre el “Modo de enseñar los Niños à contar”, a realizar las operaciones aritméticas básicas, dado que lamentaba profundamente de que “con tanto tiempo: con tanto gritar: con tanto Castigo; y estudiar de memoria, no salga Niño de la Escuela, que sepa contar”<sup>25</sup>. Sostenía que “que se gasta mucho tiempo en la Escuela, para aprender las quatro Cuentas Vulgares; y nunca se saben bien, por la ineptitud de los Maestros, que no saben enseñar”. En consecuencia, Fray Martín afirmaba lo siguiente:

“Se debe buscar à parte un Maestro que en brebe, les enseñe las quatro Cuentas, sin estudiar cosa alguna de memoria, y à la Letra; ni aun la Tabla Pythagorica [la tabla de multiplicar]. Las Viejas jamas la han estudiado; y no se equibocan en sus Cuentas. Teniendo al principio, presente esa Tabla, despues, no se necesita”<sup>26</sup>.

Las “Cuentas vulgares” eran seis: “Sumar: Restar: Multiplicar: y Partir. Quadrar: y sacar Raiz Quadrada. Y todas se reducen à dos: à Añadir; ò à Quitar”<sup>27</sup>. Estaba convencido de que los problemas que existían en su enseñanza se podían subsanar de forma sencilla variando la intervención didáctica. El afirmaba que había enseñado “en menos de una Hora [...] à un Muchacho que iba à estudiar Artes las quatro Cuentas de enteros, y las quatro de Quebrados. Las mismas enseñè en tan brebe tiempo à otro, que ya Cantaba Misa”. Había conseguido esto, en su opinión, gracias a que “los dos estaban tanquam tabula rasa, en materia de Cuentas; y unicamente conocian los Guarismos”<sup>28</sup>.

La enseñanza de las Matemáticas, como ya se anticipó, debía partir en su opinión de la experiencia sensible de la juventud:

“ay muchos Barbados, que apenas saben contar por Pluma. Siendo asi que no ay ninguno, que no sepa Contar à su modo; ò de memoria; ò por los dedos; ò por Piedrecitas; ò haciendo montoncitos; y todo, en fuerza de su Arithmetica Natural, y usando de su Vulgar Idioma. Asi pues, insto, y siempre insistirè, en que para enseñar à los Niños a Contar, de modo que al punto lo entiendan, y que jamas se les olvide, es indispensable hablarles en su Lengua nativa; y fundar la enseñanza Artificial, en lo que yà naturalmente saben”<sup>29</sup>.

Antes de comenzar el estudio de las cuentas era preciso que el alumnado “conozca la figura, valor, pronunciacion, y graducion de las diez Zifras, ò Guarismos”<sup>30</sup>. La “Clave de todos” los métodos de contar no era otra que “contar por los dedos”<sup>31</sup>, y había más métodos naturales de llevar a cabo esta operación y que por tanto deberían ser empleados para enseñar las operaciones aritméticas:

“Quando los Niños comienzan à contar de Pluma; ya estan hartos de saber Contar por Rayas, Piedrecitas, Piñones, y por los Dedos; sumando, restando, multiplicando, y partiendo, como las Viejas, solo en virtud de la Arithmetica Natural. Como, pues, no se utiliza aquello que ya saben los Niños, para guiarlos en derechura, a contar de Pluma en el Papel?”<sup>32</sup>.

Los ábacos podrían ser buenos instrumentos para la enseñanza de las operaciones comunes. Concretamente, podrían emplearse dos semanas “antes que el Niño pase à contar con Pluma”. Dedicar más tiempo a esta operación sería contraproducente, dado que los discentes podrían rechazar los cálculos en el papel por ser menos naturales. Bastaría con que el alumnado “perciba el Artificio, y movimiento de los Cálculos, y que con ellos axuste algunas Cuentas”<sup>33</sup>. Este tipo de actividades preparatorias era imprescindible para buscar la comprensión, la memorización, el deleite y el desarrollo de las capacidades matemáticas del alumnado:

“Los Niños, que comienzan, ex abrupto, por las quatro Cuentas Vulgares, ni jamas las penetraran; ni jamas adelantaran un paso. Al contrario. Los Niños, que primero tomen una tintura de lo que he dicho, explicandoselo bien; mirarán despues las quatro Cuentas, como unas consecuencias, que están al primer folio; y las comprenderan, demodo, que les sean inolvidables”<sup>34</sup>.

El estudio de las cuentas era por entonces fundamentalmente memorístico. Él, siempre oponiéndose al abuso de la memorización en la escuela, tildaba de desatino aprender de memoria las tablas de multiplicar, dado que siempre podían tenerse a mano. Relataba algunos disparates que le habían hecho memorizar sin comprender siquiera su utilidad, lo que llegaba a derivar en situaciones cómicas:

“es tontería obligar à los Niños, à estudiar de memoria; y a que voceen cantando, cien partidas de Numeros de la Tabla Pythagorica? En mi Pais, se añaden otras ciento mas, para los Numeros que quedan, quitados los Nueves [esto es, los restos de

dividir los resultados de los productos por nueve]. Así cantaba yo, siete veces ocho cincuenta y seis: Nueves à fuera, dos [56 mod 9 = 2]. Lo que no se me pudo olvidar es, que en lugar de cantar: Nueves à fuera; cantaba: Nueve safuera. Que juicio haria yo de la Voz, Safuera?<sup>35</sup>

Él abogaba por emplear otras estrategias, buscando siempre la comprensión y la motivación del alumnado. En su época se estaba introduciendo la moda de “enseñar à los Niños Artes, y Ciencias, por medio de diferentes Juegos, en que se egerciten, y los diviertan”. Esta idea le parecía “admirable, y muy conforme à la Antigüedad, y à mi sistema”<sup>36</sup>. Para practicar con las operaciones matemáticas y las proporciones él proponía utilizar un juego de tablero que por entonces tenía cierta popularidad, la Ritmomaquia (Pérez Rodríguez y Álvarez Lires, 2007). Convencido de las bondades de este juego, del que había diversas variantes, lo introdujo en el Colegio-Monasterio de Eslonza cuando fue profesor pasante allí a finales de la década de 1720<sup>37</sup>.

Consideraba imprescindibles aprendizajes de gran utilidad, como las raíces cuadradas, que en aquella época no tenía ni siquiera mucha gente cultivada:

“Debe causar admiracion, y aun vergüenza; el que algunos Doctos, Agudos, y Discretos, no sepan sacar una Raiz Quadrada; ni por Linea, siendo la cosa mas facil del Mundo; ni por Numeros, siendo tan preciso, a cada instante, para el Comercio Humano”<sup>38</sup>.

Con todo, Sarmiento no se limitaba en sus escritos a describir el algoritmo para obtener una raíz cuadrada<sup>39</sup>. Trataba de buscar métodos de tipos muy diversos para que se produjese una comprensión del significado de esta operación, como por ejemplo un método gráfico y numérico cuya descripción comienza así:

“Para que Niños, y no Niños, hagan idea palmaria de la generacion de los Quadrados, y Raices, notesè [ver Figura 4]

Tomesè en esta tabla el Quadrado Z. bayanse añadiendo, Esquadra, à Esquadra. como de tres Quadrados, 5, 7, 9, 11, 13, 15, y asi in infinitum. De ese modo, resultan los Quadrados: sumando esa Progresion Arithmetica: y seran 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64. Y sus Raices, son los numeros naturales 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 &<sup>a</sup><sup>41</sup>.

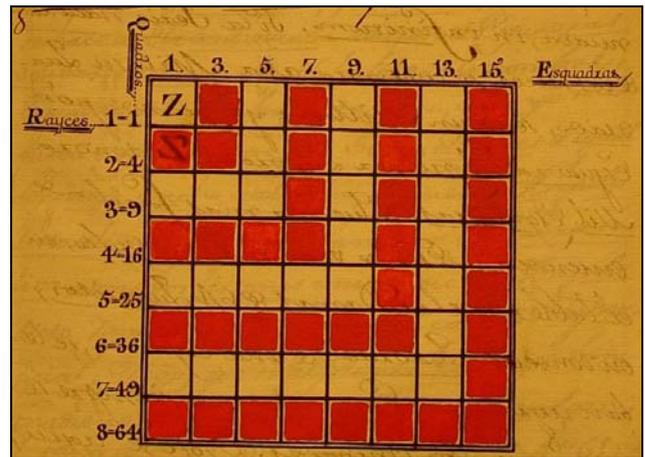


Figura 4. Generación de cuadrados por agregación de escuadras<sup>40</sup>

El fraile benedictino procuraba fundamentar los aprendizajes nuevos en los pretéritos. Así, retomando su pensamiento de la generación de cuadrados por agregación de escuadras, más adelante formulaba una analogía entre ésta y la generación de los cubos por escuadras sólidas y de los círculos por agregación de lúnulas (Figura 5).

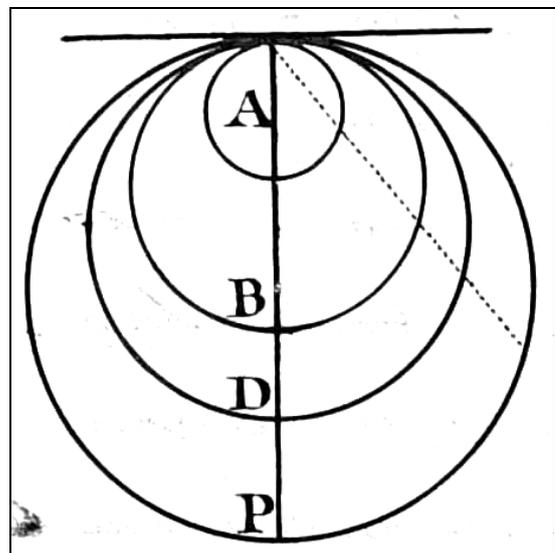


Figura 5. Generación de círculos por agregación de lúnulas<sup>42</sup>

En la enseñanza de la Geometría pensaba, como ya se ha anticipado, que no bastaba con trabajar en el papel, especialmente cuando la tridimensionalidad estaba implicada. Además, las líneas en el papel se hallaban estáticas, y Sarmiento opinaba que de este modo el alumnado no podía experimentar con lo

geométrico. Por tanto, en numerosas ocasiones optaba por emplear hilos –como hacía en su pantómetra circular–, que eran objetos sensibles con los que se podía experimentar:

“Imaginesè, que de el remate de un extremo de una Vara clabada en el Suelo à plomo, cuelga un Cordel mucho mas largo que la Vara. Si con el extremo del Cordel Tirante, se dà buelta al rededor, se describirà en el Suelo, un Circulo; y con la Linea, un Cuerpo Pyramidal, y redondo; y se llama Cuerpo Conico, ò Cono; de cuyo nombre han tomado el suyo las famosas, y utiles Secciones Conicas”<sup>43</sup>.

Así, se podía penetrar en los *Elementos* de Euclides de manera sencilla empleando también hilos, por ejemplo utilizando su Pantómetra circular para calcular medias proporcionales (ver Figura 3):

“En lo alto de mi Pantometra, ay dos Lineas Paralelas, entre las cuales han de estar las Raices de los Quadrados: y los Rayos de los Circulos. En el Rayo BG de mi Pantometra, estan todas las Raices Quadradas, Racionales, y Sordas [irracionales], usando de hallar una media proporcional, entre dos Lineas. Pongase la menor desde B arriba: y la mayor, desde B abajo. Sean unidas las dos MD. Tomesè un Hilo igual a MD. Doblesè [por la mitad], y con la mitad, en el medio, hagasè un pedazo de Circulo en el rayo B. Y nB [la máxima distancia al diámetro vertical] será la Raiz Quadrada, ò Media Proporcional”<sup>44</sup>.

### 3. LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA

#### 3.1. La necesidad de enseñar Astronomía

Los conocimientos y destrezas astronómicas tenían una evidente importancia práctica en el siglo XVIII. Aspectos tan mundanos como la medición del tiempo o la orientación dependían de este saber, y por tanto Sarmiento defendía su enseñanza. Además, sin su estudio no se podían comprender muchos fenómenos importantes, como él, hastiado, comprobaba a diario en sus conversaciones:

“unos, ni entienden, ni creen los Antipodas. Otros se rien de que aya día continuado de seis mese, otros no hazen pie en los movimientos encontrados de los Astros. Otros miran los cometas, como prodigios, y los Eclipses como cosa Rara. Otros tienen pr. frusleria la Aguja de marear. Otros, pr. quimera, el que se pueda saber la distancia de la tierra al cuerpo Lunar. Otros, el que aya países nevados, sobre los cuales el sol camina à plomo. Y

finalmente casi todos creen que el Sol desde Sn. Juan, retrocede en su Carrera”<sup>45</sup>.

Para subsanar este desatino proponía, por ejemplo, proporcionar una formación astronómica básica a novicios y juniors. Además, si en los colegios y universidades no se perdiese tanto tiempo estudiando “las arideces Metaphisicas [...] sobrarà tiempo para que los profesores se dediquen al Estudio de las facultades amenas de Geometria, Arishmetica, Statica, Geografia, Chronologia, Cosmografia, Optica, Ethica, Esriptura, è Historia natural”<sup>46</sup>.

Fray Martín veía en la enseñanza de la Astronomía un factor importante a tener en cuenta para solucionar el problema de la gran cantidad de juventud huérfana que pululaba por las calles. Opinaba que si esta juventud sin familia recibiera una idónea instrucción en temas de navegación y Astronomía bien podría estar al servicio del rey y de la marina, dignificando así a estas personas y proporcionándoles una vida mejor y útil a la sociedad:

“He pensado, que todos, todos los Niños expositos de España, se dediquen à la Marina, desde la edad de 15 años. Asta la edad de 10 años se han de criar en los Lugares de su Nacimiento. Desde allí, se han de repartir à los Puertos mas inmediatos. Antes, ò allí, se les debe enseñar à leer, Escribir, y contar, e iniciarlos en algo de Geometria, Arithmetica, Geographia, Hydrographia, Aguja de Marear.

Desde los diez años asta 15, se les debe instruir, en los Puertos [...] à Nadar, Buzear, remar, y à otros Egercicios de Marina. Llegando à los 15 años ya se deben pasar à los Navios Grandes, desde donde comenzará su Curso de Marineros Reales. [...]

Esos Marineros expositos, con Razon se deben llamar Reales; pues el Rey los adopta à todos por hijos [...]. [...] nunca faltará un buen numero de esos Marineros Reales. Han de traer perpetuamente un Uniforme modesto, y un Escudito, que los distinga de los demas Marineros”<sup>47</sup>.

#### 3.2. La instrumentación didáctica

La instrumentación didáctica para la enseñanza de la Astronomía propuesta por Sarmiento era, nuevamente, muy variada, e incluía globos terráqueos y celestes, esferas armilares, palos, telescopios, barriles, paraguas, rosarios, la pantómetra cronológica, gnómones...

De la misma forma que se señaló en el apartado sobre enseñanza de las Matemáticas, opinaba que “los Cuerpos solidos, se deben explicar en Cuerpos solidos”<sup>48</sup>. Proceder de otra manera no tenía sentido para él:

“Es tiempo perdido, para enseñar los rudimentos de la Nautica, à Gurumetes, Pages, Matalotes, y Marineros rudos, ponerles en las manos el Glovo Terraqueo, el Glovo Celeste, y la Esfera Armilar, reducidos, y representados en Plano, en tres Pliegos de Papel, por grandes que sean. Es muy mal modo de enseñar a un Muchacho, comenzar torciendoles, y violentandoles su Fantasia, pa. que, veles, nolis, imaginen, que ès Cuerpo Solido, lo que ven, y palpan, que solo ès una superficie plana”<sup>49</sup>.

Si en las escuelas no había recursos suficientes para comprar instrumentación didáctica, siempre se podían emplear con intencionalidad didáctica otros objetos sólidos que la supliesen:

“No se le explique al Niño cosa alguna [sobre la esfera celeste], sino se le presenta antes una Esfera Armilar, aunque tosca. Y sino la ay, suplieran tres Arcos de Cuba, iguales, cruzados entre si à Angulos Rectos: y que representen los tres circulos Maximos y fixos de cada Lugar: el Horizonte; el Meridiano; y el Vertical”<sup>50</sup>.

Así, utilizaba un barril para explicar a la juventud la diferencia entre meridianos y paralelos:

“Què Niño no abrà visto una barrica de Escabeche, ò un barril de Aceytunas, ò un barrilito de Ostras? Sobre ese pie, harà idea de una Pipa. Digo, pues, que, ò en una barrica, ò en una Pipa regular, explicarè, à un Niño, la Longitud. Tiene la Pipa, hacia los extremos, Arcos, mayores y menores; y de extremo, à extremo, muchos listones, ò tabletas iguales. Llame à los Arcos, Paralelos: y à las tabletas, Meridianos; y yà està metido en las divisiones del Glovo Terraqueo; y aun del Glovo Celeste”<sup>51</sup>.

Esta analogía le permitía introducir aspectos más complejos, como el problema de la determinación de la longitud o la ortodromía y loxodromía:

“Imaginese, pues, que todo el Glovo Terraqueo, està marcado con Duelas, y Arcos: y que no ay, en todo èl, sitio alguno, ò lugar, que no està en donde una Duela se cruce con un Arco. [...] Atiendan aqui los Niños, y Rusticos. El Puerto de Cadiz està en la Cruz, en donde su Paralelo, ò Arco, se cruza con su Meridiano, ò Duela. Salga de ese Puerto, un Navio, à

Navegar por Mares desconocidos. Supongase, que ese Navio padecio muchas Borrascas, y que perdio el tino. Quiere saber en donde se halla. Y como lo ha de saber? [...] no sabrà, en que Meridiano, ò Duela, se halla, respecto à la Duela de Cadiz”<sup>52</sup>.

Instrumentos tan sencillos como los palos podían ser empleados por la juventud para averiguar las alturas de los objetos o la latitud de los lugares en los que se hallaba:

“Las sombras que el Sol, y la Luna, hacen, son proporcionales à las alturas, ò cuerpos que las causan. Sean torres, Edificios, Arboles, Estaturas de Hombres, y Animales.

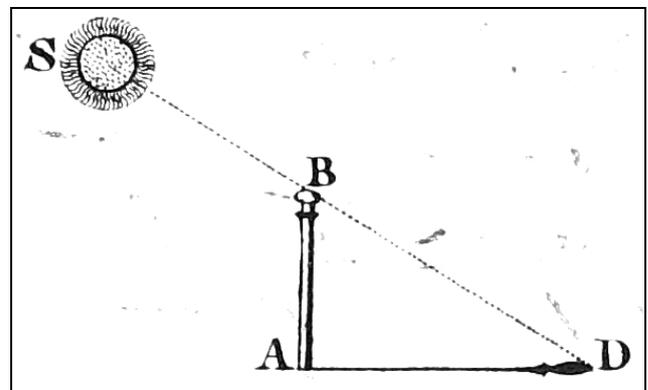


Figura 6. El uso de un palo como gnomón<sup>53</sup>

Este principio, ès fecundisimo, para que cualquiera Rustico, y Niño, pueda saber, quanto tienen de alto todos los objetos altos, que tiene à la vista, como echen la sombra en disposicion de que se pueda medir à Palmos, su Longitud. AB, ès un Palo clavado en el Suelo [Figura 6]. AD, ès la Sombra, que el Sol S le hace arrojar. [...] Asi como la sombra AD à la altura AB. Asi la Sombra de una torre, ò Arbol &ª a su verdadera altura. Y ès, porque el Sol, en aquel momento, hace el mismo Angulo D con todas las Sombras. Y si la Operacion se hace al punto de mediodia, en los Equinoccios, el dho. Angulo D señala para aquel Lugar, la elevacion de la Equinoccial: y el Angulo de complemento B señalarà la Altura del Polo, ò la Latitud”<sup>54</sup>.

### 3.3. Algunas propuestas concretas de Fray Martín

En las reflexiones del fraile benedictino acerca de la enseñanza de los aspectos astronómicos se pueden hallar el mismo tipo de argumentaciones que empleaba en el resto de sus escritos sobre educación. Así, en el siguiente texto critica el estudio memorístico, afirma que se debe procurar la

comprensión del alumnado y sostiene que no se debe aguardar demasiado para abordar diversos aprendizajes:

“es preciso, que los principiantes en la Chronologia, se exerciten en el computo Eclesiastico practico [...]. El Calculo de las Mareas, del Relox de Luna, de las Lunaciones &<sup>a</sup> si se les explica bien à los muchachos, le entenderan con facilidad, y sin la corma tremenda de estudiar de memora; pro. si se espera que lleguen à mayor edad; ni su memoria entendimto. y Voluntad alcanzaran pa. que formen idea clara; pues todo esta conexo con el tratado de la Esfera”<sup>55</sup>.

Consideraba imprescindible proporcionar, ya desde la infancia, al menos unas bases astronómicas, para ocuparse de aspectos más complejos en una edad algo más avanzada:

“La Geographia especulativa, tiene conexion, con la Cosmographia; ò con la estructura, y coordinacion de todos los Cielos, Elementos, y Glovo Terraqueo: Con los Movimientos del Sol, Luna, Planetas, y Estrellas Fixas. No pienso, que se envarace el Niño, con esos conocimientos, asta que llegue à mayor edad. Pero para que en lo adelante no se halle envarazado, juzgo muy util, que el Pedagogo le explique los Circulos de la Esfera; y los dos movimientos encontrados [rotación y traslación]; que es lo que basta por entonces”<sup>56</sup>.

De esta forma, opinaba que “se le debe inculcar al Niño, el numero de 48 minutos, para que nunca le olvide”. El fin de este proceder era proporcionar herramientas a la juventud “para regular las Mareas: para utilizarse de noche, en los reloxes de Sol: y para algunas operaciones de la Marina, y Agricultura”<sup>57</sup>. Y, si se les conseguía “explicar bien estos cortos y faciles principios, no hallará el Niño en lo adelante, dificultad alguna, para dedicarse à la Chronologia, y al computo Eclesiastico”<sup>58</sup>. Este último cómputo era una tarea compleja, y por tanto “no es para la Edad de Niños. Y gracias a Dios, si ès para la Edad de Adultos”. Sin embargo, “tampoco será para esa Edad [adulto]; si el Adulto, siendo Niño, no se egercità, ò no le egercitaron, en los primeros Principios, que voy proponiendo para la Educacion de la Juventud”<sup>59</sup>.

La enseñanza de los saberes astronómicos estaba muy relacionada con la de los geográficos, dado que ambas disciplinas se necesitaban entre sí. Por tanto, Sarmiento era partidario de enseñarlos en combinación:

“à los Niños no se les deve enseñar la Geographia practica por los Mapas de Meridianos y Paralelos; sino por Mapas que tengan la Bruxula.

[...] Hagase un circulo de medio pie de Diametro, ò à discreccion. Graduese en 360 grados, y con las divisiones de los 32 rumbos, cuyos rayos representen una estrella, huecos los intermedios, y con un hilo largo que salga del centro. Entreguese esta Bruxula al Niño Discipulo y digasele que la coloque sobre un Mapa de su Pais. Hagase que ponga el centro de la Bruxula sobre el centro de su Lugar, ò Aldea, y de modo que el Diametro del Norte al Sur, se acomode de arriva à vajo. Mandesele que con èl hilo vaya rodeando todos los 32 vientos, ò rumbos de la Bruxula. Y que vaya notando los Lugares, por donde vâ girando el hilo.

Despues se le dira, que, por si mismo, coloque la Bruxula sobre la capital de su Pais, y que haga la misma operacion. Despues sobre Madrid &<sup>a</sup>. A este tenor se hà de exercitar el Niño en colocar la Bruxula en todo genero de Mapas de todo el Mundo [...]. Aseguro que en menos de 15 dias sabrà mucha Geographia practica, y bien”<sup>60</sup>.

El acercamiento a los saberes astronómicos se debía realizar, nuevamente, partiendo de la experiencia del alumnado. Así, proponía que una vez se hubiese alcanzado un cierto dominio de la lengua nativa y se conociesen los *mixtos* de la zona era preciso subir a un lugar elevado, enseñar al alumnado a orientarse y luego realizar recorridos a pie explorando cada rumbo que partía de aquel lugar, conociendo así el entorno próximo:

“Despues que el Niño està medianamente impuesto en la Lengua nativa; y en la Historia Natural de su Pais, reducido este unicamente à un Horizonte de 5, ò 6 Leguas de Diametro, como si no huviese mas Mundo habitado: Debe colocarse el Niño en una altura del Lugar, desde donde registre todo el Horizonte del dho. Diametro. Allì le ha de orientar el Pedagogo, haciendo que mire al Sol, en el Mediodia, y ese será uno de los cuatro puntos Cardinales [Sur]. Tendido el brazo izquierdo, señala el Oriente. El brazo derecho, el Occidente. Y la Espalda, señala el Norte. Los otros rumbos, y Puntos intermedios, resultan de los cuatro Cardinales.

En las Jornadillas que ha de hacer el Niño, nunca ha de salir del terreno del Horizonte. [...] En cada Jornadilla que haga, por este, o por el otro Rumbo, ha de preguntar los nombres de los Lugares, Montes, Valles, Rios, y Fuentes, que tropieza en el Camino. Ha de preguntar los Nombres de los Arboles, Arbustos, y Vegetables, que encuentra, y que aun no avia visto. Todos los nombres de Animales, Aves, Peces, y Conchas, que aun no conocia; y los de otras

cosas naturales y visibles, que encuentre en los Caminos.

Después de aver hecho diferentes Jornaditas, sin salir del dho. Horizonte, se le ha de bolver à suvir a la dha. altura del Lugar; y de modo que mire al Mediodía. Como los Niños tienen tan perspicaz la vista, no dudo que el Niño distinguiera bien los Lugares en donde ha estado. El Pedagogo, hará que el Niño se Oriente mirando en derechura al Mediodía. Haga que desde ese punto, se baya moviendo el Niño, dando vuelta al rededor de si mismo [...] hasta bolver al primer punto de Medio día, repasando los mas de los Lugares que vio. Mirelos, y remirelos bien, con atencion; y se le imprimirà en la Fantasia, uno como Mapa, del Horizonte de su Lugar”<sup>61</sup>.

Sarmiento hacía explícitos los objetivos que perseguía con la realización de estas salidas, señalando entre otros conocer la geografía de su entorno “mejor que otros muchos Barbados”, habituarse a “fixar en la Fantasia, un terreno del Horizonte, que registre desde una altura”, hacerse “clara idea de los Mapas Geographicos, Chorographicos, y Topographicos, y aun Hydrographicos”, orientarse “en qualquiera Parage que se halle”, pasar a la “fantasia [...] un Mapa” y, cuando en la edad adulta se hagan viajes a lugares distantes, “se podrá suvir de quando en quando à alguna altura. Registrar desde alli todo el terreno del Horizonte; y transferirle à su Fantasia”<sup>62</sup>.

Tampoco en la enseñanza de los saberes astronómicos se debía abusar de las palabras extrañas, y cuando se introdujese alguna “solo han de entrar las voces vulgarissimas, tribiales y que entiendan todos”<sup>63</sup>:

“El Maestro se debe acomodar al Discipulo, usando solo de las voces que el Discipulo sabe, y comprende. En esto consiste el punto critico de saber enseñar con fruto”<sup>64</sup>.

Esta comprensión del alumnado se debía buscar empleando la lengua nativa, como ya se señaló anteriormente. Los conceptos astronómicos se debían enseñar en gallego, ya que “El Gallego no necesita de Lengua extraña pa. explicarse, y para explicar todos sus conceptos”<sup>65</sup>. Sostenía que se podía explicar el significado de palabras complicadas en lengua gallega, siempre partiendo de la experiencia del alumnado y buscando su comprensión de los conceptos implicados. Así, proponía explicar la paralaje a un niño de la siguiente manera:

“Ay meniño. Olla. Sè tè pòs de baixo de un Melon, que està colgado do fayado; anque à tua vista estropeze nò Melon, fay de conta que ela vay à parar aò cravo de lo càl ò Melon està dependurado. Arredrate, 10, ou 12 pes à calquer lado da sala. Vota a vista polo Melon, e veras que jà ela non vay à parar ao cravo, sè nòn à un ponton, que esta distante dele. Nisto, se fay nò Melon, con as duas raiñas da vista, humha cruz, ou tixeyra aberta. Asi pois à aquela variacion de Lugares, que à vista fay no fayado, chaman os Gregos, è os Latinos, Parallaxis. E ti Chamaras Parallaxe”<sup>66</sup>.

No sólo la juventud gallega se podía beneficiar de estas orientaciones. Fray Martín tuvo ocasión de comprobar que un gallego adulto que nunca había logrado comprender el concepto de paralaje entendió de inmediato su explicación sobre el término:

“Quando la leyò un Gallego, ya no niño, dixo, que al instante la comprendio; siendo asi, que seis veces avia leido la explicacion de la Paralaxe en los Libros y que Jamàs avia podido formar idea”<sup>67</sup>.

#### 4. CONCLUSIONES

En los escritos de Fray Martín relacionados con la educación científica se abordan multitud de temas. Realizó propuestas detalladas sobre cómo abordar multitud de aspectos de la enseñanza de las Matemáticas y de la Astronomía, procurando proponer problemas contextualizados y partir de la experiencia sensible, buscando siempre la comprensión y la motivación por parte del alumnado, y tratando de que lo enseñado le fuera de utilidad. Veía en la educación científica una importante vía para tratar de solucionar diversos problemas de la sociedad de la época.

En cualquier caso, para comprender su pensamiento al respecto es imprescindible tener en cuenta la combinación de su empirismo con el especial estatus que tenían las Matemáticas en su marco gnoseológico. Ya que la Matemática estaba presente en la Naturaleza, existía en los seres humanos una predisposición innata hacia ellas, y para llevar a buen puerto la enseñanza en su opinión era preciso acomodarse a dicha predisposición. La experiencia sensible era imprescindible para conocer el mundo, pero sólo a través de la combinación de lo percibido mediante la Matemática natural. Así, las Matemáticas eran el vehículo que permitía dar el salto de lo concreto a lo abstracto, y por tanto su

estudio debía ser anterior al de las disciplinas más alejadas de lo tangible.

Por lo que respecta a la instrumentación didáctica necesaria para la enseñanza científica, esta debía ser muy variada y estar adaptada a las necesidades del objeto de estudio. Así, los materiales didácticos tridimensionales eran los adecuados cuando se quería estudiar lo tridimensional (por ejemplo, la esfera celeste).

Lo avanzado del pensamiento sarmentiano relativo a la educación científica nos empuja a reivindicar, como tantas otras veces y en diferentes ámbitos del conocimiento, la figura del ilustrado gallego.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento al Museo de Pontevedra y al Consello da Cultura Galega por poner a nuestra disposición las obras de Fray Martín Sarmiento. Este trabajo forma parte del proyecto financiado por el MEC, código SEJ2006-15589-C02-01/EDUC, parcialmente financiado con fondos FEDER.

## NOTAS

1. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º*..., n. 4533, fol. 21r.
2. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6408, fol. 129v.
3. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6229-6230, fol. 47r-47v.
4. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6571, fol. 203r.
5. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6230, fol. 47v.
6. Sarmiento, Fr. M. *Notas De Fr. Martin...*, fol. 152r.
7. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º*..., n. 4526, fol. 18r.
8. Sarmiento, Fr. M. *Notas De Fr. Martin...*, fol. 164r-164v.
9. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º*..., n. 4519, fol. 15r.
10. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6519, fol. 178r.
11. Véase por ejemplo Sarmiento, Fr. M. *Notas De Fr. Martin...*, fol. 164v-165r.
12. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6539, fol. 187r-187v.
13. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6539-6541, fol. 187v-188r.
14. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6414-6416, fol. 131v-133r. En este texto el fraile benedictino puntualizaba acertadamente que con estas planchas no se podrían dibujar todos los tipos de, por ejemplo, parábolas, dado que "las Lineas Conicas, son de muchos generos, y Especies".
15. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6476, fol. 158v-159r.
16. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6498, fol. 168v.
17. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6497, fol. 168r-168v.
18. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º*..., n. 4728-4729, fol. 91v-92r.
19. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º*..., n. 4730, fol. 92v.
20. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º*..., n. 4731, fol. 93r.
21. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6489-6490, fol. 164v-165r.
22. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6500, fol. 169v.
23. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6506, fol. 172r-172v.
24. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6501, fol. 170r.
25. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6227, fol. 46v.
26. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º*..., n. 4580, fol. 39r-39v.
27. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6232, fol. 48r.
28. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º*..., n. 4581, fol. 39v.
29. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6240, fol. 51v.
30. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6258, fol. 59v.
31. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6277, fol. 69r.
32. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6283, fol. 72r.
33. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6285-6286, fol. 73r.
34. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6351, fol. 102v.
35. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6257, fol. 59r.
36. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6307, fol. 82r.
37. Sarmiento, Fr. M. *Notas De Fr. Martin...*, fol. 151r.
38. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6422, fol. 135r.
39. El algoritmo que Sarmiento explicaba no es exactamente igual al que se enseña hoy en día, pero es completamente equivalente. Véase su descripción de este procedimiento en Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6433, fol. 140r-141r.
40. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6422, fol. 135r.
41. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6422-6423, fol. 135r-135v.
42. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6557, fol. 196v.
43. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6395, fol. 123v.
44. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 6547, fol. 191v-192r.
45. Sarmiento, Fr. M. *Notas De Fr. Martin...*, fol. 142v.
46. Sarmiento, Fr. M. *Sobre Methodo de Estudios*, n. 15, fol. 292v.
47. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 5º*..., n. 7593-7596, fol. 751v-753r.
48. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 2º*..., n. 3002, fol. 591r.
49. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 2º*..., n. 3001, fol. 590v-591r.
50. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º*..., n. 4568, fol. 34v-35r.
51. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 2º*..., n. 2748, fol. 495v.
52. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 2º*..., n. 2749, fol. 496r-496v.
53. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 2º*..., n. 3168-3169, fol. 660r.
54. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 2º*..., n. 3168-3169, fol. 660r-660v.

55. Sarmiento, Fr. M. *Notas De Fr. Martin...*, fol. 149r-149v.
56. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º...*, n. 4567, fol. 34r-34v.
57. Esta cantidad de minutos era importante para los fines prácticos referidos, ya que si por ejemplo un día hay marea alta a las 10:00 el día siguiente la pleamar tendrá lugar a las 10:48. Por tanto, conociendo esta cifra se pueden predecir las mareas, algo de indudable interés práctico en las villas costeras.
58. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º...*, n. 4760, fol. 104r.
59. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º...*, n. 4762, fol. 105r.
60. Sarmiento, Fr. M. *Apuntamientos para un discurso...*, n. 397-399, fol. 434r-435r.
61. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º...*, n. 4562-4564, fol. 32r-33r.
62. Sarmiento, Fr. M. *Volumen 4º...*, n. 4565, fol. 33v.
63. Sarmiento, Fr. M. *Onomastico Etymologico...*, n. 19, fol. 456r.
64. Sarmiento, Fr. M. *Onomastico Etymologico...*, n. 78, fol. 475r.
65. Sarmiento, Fr. M. *Onomastico Etymologico...*, n. 19, fol. 456v.
66. Sarmiento, Fr. M. *Onomastico Etymologico...*, n. 20, fol. 456v.
67. Sarmiento, Fr. M. *Onomastico Etymologico...*, n. 78, fol. 475r.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allegue, P. (1993). *A Filosofia Ilustrada de Fr. Martín Sarmiento*. Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela.
- Álvarez Lires, M. (2000). *A Ciencia no século XVIII: Fr. Martín Sarmiento (1695-1772), unha figura paradigmática* [CD-ROM]. Vigo: Universidade de Vigo.
- Álvarez Lires, M. y García Suarez, X. (2002). O papel das matemáticas na obra de Frei Martín Sarmiento. *Sarmiento, Anuario Galego de Historia da Educación*, 6, 41-67.
- Costa, A. y Álvarez Lires, M. (Eds.) (2002). *La educación de la niñez y de la juventud*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Pérez Rodríguez, U. y Álvarez Lires, M. (2007). La Ritmomaquia: las virtudes educativas de un juego de tablero en la obra de Fray Martín Sarmiento. *Revista de Investigación en Educación*, 4, 72-80.
- Sarmiento, Fr. M. (1732). *Demonstracion Critico-Apologetica del Theatro Critico Universal*. Tomo II. Madrid: Viuda de Francisco del Hierro.
- Sarmiento, Fr. M. (sin fecha). *Onomastico Etymologico de la Lengua Gallega*. Colección Medina-Sidonia de las obras de Sarmiento, Tomo III.
- Sarmiento, Fr. M. (sin fecha). *Sobre Methodo de Estudios*. Colección Medina-Sidonia de las obras de Sarmiento, Tomo VI.
- Sarmiento, Fr. M. (sin fecha). *Apuntamientos para un discurso sobre la necesidad que ai en España de unos buenos Caminos Reales, y de su publica utilidad, y de el modo de dirigirlos, demarcarlos, construirlos, comunicarlos, medirlos, adornarlos, abastecerlos, y conservarlos*. Colección Medina-Sidonia de las obras de Sarmiento, Tomo VII.
- Sarmiento, Fr. M. (sin fecha). *Volumen 4º de la Obra de 660 Pliegos*. Colección Medina-Sidonia de las obras de Sarmiento, Tomo XVI.
- Sarmiento, Fr. M. (sin fecha). *Volumen 5º y Último de la Obra de 660 Pliegos*. Colección Medina-Sidonia de las obras de Sarmiento, Tomo XVII.
- Sarmiento, Fr. M. (sin fecha). *Notas De Fr. Martín Sarmiento Benedictino, al Privilegio Gothico original del Rey Don Ordoño 2º concedido al Monasterio de San Julian de Samos, á 1º de Agosto, Era 960*. Colección Medina-Sidonia de las obras de Sarmiento, Tomo XVIII.