ISSN: 1138 - 5863

O papel das matemáticas na obra de Frei Martín Sarmiento

Mari A. Lires
Xenaro García Suárez
Universidade de Vigo

RESUMO: O presente artigo constitúe un primeiro achegamento ó papel das matemáticas na obra de Sarmiento. Para realizar esa análise tomaremos como pretexto unha ampla disertación titulada "Prosigue la enseñanza de la Juventud", inédita, pertencente ao Volumen 5º y último de la Obra de 660 Pliegos, da que se reproduce unha escolma na parte final deste artigo. Nesta pescuda será de inestimable utilidade o Catálogo de Autores da súa biblioteca, queconsta duns 7500 volumes e 2650 autores e autoras, cifras importantísimas para o seu tempo. Elixiranse uns poucos autores citados polo frade benedictino, a propósito dalgúns "inventos" matemáticos que el consideraba dignos de divulgación, co obxectivo de situalos na ciencia do século XVIII e encadrar nela os coñecementos do Padre Sarmiento.

ABSTRACT: This article aims to present a preliminary examination of the role of mathematics in Sarmiento's work. We have approached the subject fully aware of the need to carry out a more in-depth study in the future. In order to develop this analysis, we have used, as a pretext, a broad unpublished dissertation entitled "Prosigue la enseñanza de la Juventud" (The teaching of young people goes on), part of the 5th and last volume of the Obra de 660 Pliegos, a compilation of which is included at the end of this article. The Catalogue of Authors of Sarmiento's library, consisting of roughly 7500 volumes and 2650 authors -staggering figures for the time- will be of invaluable assistance in this research. We will make a selection of a few authors cited by the Benedictine monk, and discuss the mathematical "inventions" which he considered to be worthy of dissemination, in order to place them in the framework of 18th century science and relate them to the teachings of Father Sarmiento.

1.- As matemáticas na época de Sarmiento

Neste apartado farase unha pequena incursión polas matemáticas do século das Luces en Europa, indispensable para situar o pensamento matemático do noso bieito.

Acostúmase identificar as matemáticas de finais do século XVII, e primeira metade do XVIII, co nacemento e implantación do cálculo Diferencial e Integral, que proporcionan métodos para resolver e enunciar enxeñosos problemas. Aínda que os seus alicerces son contestados ideolóxica e filosoficamente -os infinitésimos que desaparecen como por arte de maxia-, os matemáticos tanto de oficio como de afección céntranse nos resultados prácticos, permanecendo á marxe dunha discusión que máis ben consideraban do terreo da metafísica, e que non chega a un *final feliz* no campo estricto da matemática até ben pasados dous séculos. A contundencia con que se impuxo o paradigma newtoniano na física, como vehículo de aplicación *natural* do Cálculo, fixo que avances tamén importantes en áreas como a Xeometría Analítica, os Logaritmos e, sobre todo, no Cálculo de Probabilidades e a Teoría de Números, pasasen en ocasións desapercibidos.

No tempo da Ilustración, as matemáticas pasan de ser un divertimento cortesán a autoafirmárense na súa utilidade, xa fose para a navegación ou para a guerra, como correspondía ó ideal da ciencia: a utilidade para o progreso e a felicidade do xénero humano. Escribíronse tratados de *matemáticas puras* (Aritmética, Álxebra, Xeometría, Cálculo Diferencial e Integral,...) e de *matemáticas mixtas* (Náutica, Xeografía, Arquitectura, Maquinaria, Astronomía e Física). O persoal cualificado de calquera sector, militares, técnicos de todo tipo, artesáns e relixiosos – sobre todo xesuítas- vese na obriga de resolver problemas técnicos e de desenvolverse con soltura nos debates do século para os que se facía indispensable o coñecemento matemático. As monarquías máis importantes crean e potencian Academias e institucións que acollen a xeómetras e analistas.

Aínda que o movemento *novator* das últimas décadas do XVII, nacido arredor das *tertulias literarias* de Madrid, Zaragoza e Valencia, será o precursor da renovación nas ideas científico-filosóficas, na Corte española este impulso reflíctese moi moderadamente e con bastante atraso. Hai que agardar ata o reinado de Carlos III para que se publiquen compendios matemáticos susceptibles de utilizar nas academias militares. A título de exemplo debemos destacar os *Elementos de Matemáticas* (1783) do catalán Benito Bails, inspirados no *Curso de Matemáticas* de Bézout escrito para a instrucción dos *Gardes du Pavillon* e da mariña, que recollían en dez volumes saberes que abranguían desde a aritmética, álxebra e xeometría, ata a astronomía física, a arquitectura civil e a hidráulica. Bails impregnado das ideas da revolución francesa, tales como unha medida única para as distancias ou a algoritmia para o desenvolvemento da álxebra, e malia ser extremadamente prudente, chegou a padecer cárcere por mor dos rigores da Inquisición[1]. ¡E isto era case a finais de século, anos despois da morte de Frei Martín!

Na época en que Sarmiento exerceu a súa actividade intelectual, agás no caso de raras individualidades -e unha delas claramente era Frei Martín-, o grande avance nas matemáticas que se está a dar en toda Europa pasa aquí desapercibido. Son os xesuítas e os militares, incorporando o seu ensino na maioría das academias, quen se preocupan – ou contan con medios- por ter acceso ao coñecemento das matemáticas. Tamén aparecen nalgunhas universidades profesores que proclaman a necesidade de incorporar o saber científico á instrucción tradicional, e certas figuras da Orde Benedictina[2] como foron Feijoo e o propio Sarmiento.

---

[1] A Inquisición non será abolida definitivamente ata 1832, e no século XVIII hai constancia, entre outros, dos procesos de Macanaz e Olavide, do desterro de monxes que ousaron defender publicamente o sistema copernicano, da esixencia do certificado de "limpeza de sangue" e da queima dunha "bruxa".

[2] Na Orde Benedictina triunfara a corrente que defendía a necesidade do estudio para os monxes á maneira da congregación francesa de San Mauro, da mesma Orde.

2.- A matemática: ciencia precisa para pasar das sensacións ás ideas

Fronte ós estudios do seu tempo, baseados na lóxica escolástica ou no "aristotelismo interpretado por los catolicos", como dirá na *Demonstración Crítico Apologética*[3], Sarmiento afirmará a necesidade absoluta da ciencia matemática, como se pon de manifesto no seguinte texto[4]:

> Quedese por mi la Logica en la posesion que le hán dado algunos que han leido poco de que es simpliciter macanica para adquirir todas las ciencias [...] Si se habla de la [lógica] artificial, y en especial como se nos enseña, ni aun de niño me pude reducir á creer semejante cosa, y desde entonces comencé a creer que mas era embrollativa que necesaria [...]
>
> Al contrario la verdadera clave de las Ciencias, y aun de la misma Logica es la Arithmetica convinatoria, y Geometria. Allí no se contemplen los sueños [...] Allí no se dá un paso sin demonstración, y ni siquiera sombra se admite de las opiniones de los hombres. Allí no hay authoridad que valga. Allí no se embarazan los margenes con: asi lo dice fulano, assi lo dice zutano sino asi lo demuestra Euclides [...] asi lo demostró Archimedes.
>
> Oy es despreciable todo curso de Philosophia, que no viene fundado sobre Mathematicas, y a penas hay facultad alguna, que no se trate modo Geometrico.[5]

Frei Martín Sarmiento, un empirista no que se aprecia unha gran influencia de Francis Bacon e de Locke, considerará a educación, as ciencias e as técnicas como instrumentos indispensables para o progreso do xénero humano, ideal claramente ilustrado. Consonte tales conviccións utilitaristas, as matemáticas e a historia natural serán para el o fundamento de toda ciencia. A "Mathematica", ademais, será o instrumento preciso para pasar das sensacións ás ideas, do concreto ó abstracto, como se mostra nas seguintes citas, pertencentes ós seus escritos sobre o ensino dos monxes e da xuventude:

> Al mismo intento dixo Aristoteles que los muchachos podrian ser en aquella edad Mathematicos y Geometras pero aun no sabios y prudentes. La razon se funda en que para lo segundo es preciso manejar objetos invisibles, y otros propios de la imaginación o Phantasia. Para pasar del exercicio en objetos de los sentidos externos sl de los objetos de las potencias intelectuales, es indispensable que el exercicio pase por un medio, pues hay distancia casi infinita entre los objetos mentales y entre los de los sentidos exteriores. Aristoteles supone que la Mathematica es la ciencia que dirige para esos exercicios medios, y qualquier dirá con el que primero se ha de exercitar el muchacho en algo de Mathematica antes de poner el pie en las Aulas de la Philosophia escolástica o Metaphysica".[6]
>
> Libertados los niños que mostraren tener genio para las letras de los dos terribles y tremendos espantajos de estudiar de memoria y a la letra y del cruento castigo [...] yo fio [...] que entrarán muy gustosos en cualquier estudio, por muy dificil que sea, si se les sabe enseñar [...]
>
> Hablo de las ciencias puramente naturales, y que no sean contenciosas. Y entre ellas deben estar las mathemáticas. Sólo en esas está la verdader lógica y el verdadero modus

[3] Publicada en defensa de Feijoo, foi a única obra importante que saiu da cela de Sarmiento para a imprenta.
[4] Nas citas textuais de Sarmiento respectaranse a súa ortografía e puntuación ou a dos copistas das súas obras.
[5] SARMIENTO, Fr. Martín, *Reflexiones sobre Archivos y otros asuntos de suma importancia*, ms. 9/50-75, Biblioteca da Real Academia de la Historia, fol. 132.
[6] SARMIENTO, Fr. Martin, *Reflexiones sobre Archivos y otros asuntos de suma importancia*, ms. 9/50-75, B.R.A.H. , fol. 43.

> sciendi. La lógica sólo sirve para porfiar. La mathemática no da paso adelante sin demonstración [...] al contrario de las ciencias Contenciosas, [que] de nada sirven. Y de las que tratan de cosas espirituales, no se pueden formar idea, o cada uno la forma a su modo[7].

A natureza será para el, como para Newton, o máis sinxelo e o modelo a imitar na construcción de toda ciencia ou técnica. Baseándose na experiencia sensible e cunha axeitada instrucción, na que deben intervir as matemáticas, diranos que cada "Racional" debe buscar o seu propio método sen suxeitarse a "sistemas" de explicación do mundo[8]:

> (6536) Yo procuro acomodarme siempre en mis Estudios, á lo primero y mas sencillo que me ofrece la Naturaleza, y á lo que se me ofrece ser mas natural y obvio en el asunto. Sobre esto se debe fundar la verdadera, y desapasionada Critica: no en opiniones ni en Sistemas, que inventaron los Hombres; y se hicieron Partidarios. No siendo en asuntos sagrados, en los quales debo egercer, y egerzo gustosos, mi Ciega Creencia, de aí abajo, creo como dicen, cum beneficio inventari [...]
>
> (6537) [...] Pero las verdades, que estan sujetas á demonstracion, y esa Mathematica, jamas prescriben. Pero cada Racional, que haya una demonstracion, por si mismo, se debe reir de Antiguos, Modernos, Autoridades, Systemas, Opiniones, Retoricas, y Charlatanerias; y aun de Logicas, Philosophias y Metaphisicas. Es verdad que la Naturaleza, no siempre ofrece al primer folio las demonstraciones en materia de la Quantidad, continua, y discreta.
>
> (6538) No obstante. Esas demonstraciones, que parece estan tan á trasmano; si se reflexionan bien, vendran á parar, por consecuencias mediatas, á una demonstracion sencilla que esté al primer folio. Nada de eso se conseguira, con leer y estudiar al Ayre. Es preciso profundizar mucho en los Principios, y en el modo en que se engendran las Lineas, con la Seccion de los Cuerpos. [...]
>
> (6539) [...] Los Zapateros, Herreros, Carpinteros, etc. no enseñan su oficio, por medio de Laminas y Figuras; sino manoseando, y trabajando los Cuerpos. Muchos se espantan viendo Figuras en el Papel; y mas si estan cargadas del A.B.C.D. etc. Y ninguno se ha espantado de ver sobre una mesa Huevos, Limones, Sandias, Peras, Naranjas, Dados, Hijos, Castañas, etc. Cuerpos todos Solidos de diferentes figuras, ya regulares, ya irregulares.

Utilizará como metodoloxía científica, fundamentalmente, o método analítico, xeométrico-matemático, newtoniano. Tentará matematizar o coñecemento sempre que sexa posible, e aplicará de maneira orixinal o método analítico á Botánica[9], pero recoñecerá que este non sempre lle vale para o estudio da "Historia Natural" ou da "Medicina", que non son "ciencias de evidencias mathematicas" de modo absoluto, como se mostra na resposta que Sarmiento dá a un impugnador de Feijoo:

---

[7] SARMIENTO, Fr. Martín, *La Educación de la Juventud,* Estudio e edición crítica de J.L. Pensado, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, 1984, p.70.

[8] A partir deste momento, os textos correspondentes á disertación *Prosigue la Enseñanza de la Juventud* reproduciranse coa numeración de parágrafo que figura no manuscrito do *Volumen 5º y último de la Obra de 660 Pliegos.*

[9] Vid. A. LIRES, M., "A ciencia newtoniana na obra de frei Martín Sarmiento: unha interpretación orixinal". En *Catálogo da exposición sobre Fr. Martín Sarmiento,* Museo de Pontevedra, en prensa.

> Dejese de semejanzas proporciones y proporcionalidades, que estas solo se graduan de evidentes en la Arithmetica, Geometria, y las demás sciencias subalternas, pero en la Medicina son evidencias de quatro pies, y ni aun llegan à ser pariedades[10].

Defensor da metodoloxía inductiva, o noso frade ten, non obstante, unha inmensa afección pola xeometría euclidiana que, aínda que hipotética, pode demostrar as súas afirmacións e, consecuentemente, non é de "sueños" nin de "quimeras", ás que tan oposto se declara. Da súa paixón polas Matemáticas, expresada *ad infinitum* nos seus escritos e nas máis diversas propostas, como *La determinación de la longitud*[11], xurdirá, xunto a outra das súas afeccións, as etimoloxías, o tratado sobre *Elementos Etimológicos según el método de Euclides* no que se pon de manifesto a contradicción existente entre o empirismo que defende sen concesións e a utilización dunha metodoloxía baseada en hipóteses, como a da xeometría euclidiana[12]. Mais non é estraño que isto aconteza, pois o propio Newton usou desa xeometría[13], malia as súas declaracións en contra de calquera hipótese previa no proceder científico.

Quizais por non ter estudiado, aínda, a totalidade dos manuscritos do bieito desde a perspectiva das matemáticas e malia recoñecer a actualización dos seus coñecementos e bibliografía, como se aprecia no *Catálogo* da súa biblioteca, bótase en falta que así como cando fala, por exemplo, da *pantómetra* amósa dominio da xeometría que emana dos *Elementos de Euclides* e da trigonometría básica, non hai vestixio de ningunha proposta nin tan sequera de ningunha reconstrucción persoal de cuestións que atinxan ó cálculo diferencial, ó cálculo combinatorio ou mesmo a cuestións alxébricas, extremos dos que consta que tiña coñecemento, polo menos desde o ano 1730:

> Newton és el inventór del calculo integral y diferencial, y Leibnitz, tambien, con esta distincion que Newtón le llama (y los Yngleses) Methodo de Fluxiones directo, ó inverso; y Leibnitz (y los Franceses) Methodo diferencial é integral; y todo se reduce á sumar Analitice, y Sintetice progresiones infinitas, y todo junto es el que llaman Methodo de los infinitos[14].

Pola contra, mostra grande preocupación polas cuestións da aprendizaxe matemática, tal como quedou indicado anteriormente, da que é boa proba a disertación que estamos a comentar.

---

[10] SARMIENTO, Fr. Martín, *Martinus contra Martinum: Defensa del discurso Medico de Feixóo contra el Dotor Lesaca, 1726,* Vol. I, Col. Dávila, B. N., Ms. 20375, fol. 231; Col. de los Heros, B.R.A.H., Ms. 9/1817.

[11] SARMIENTO, Fr. Martín, *Problema de la Longitud, Vol 2º de la Obra de 660 Pliegos*, vol. XIV, Ms. 20391, fol. 570, Col. Dávila, Biblioteca Nacional; Ms. 9/1826, Col. de los Heros, BRAH.

[12] SARMIENTO, Fr. Martín, *Elementos Etimológicos según el método de Euclides.* Estudio crítico de Pilar Allegue, Universidade de Vigo, Museo de Pontevedra, edición facsimilar, 1998.

[13] RADA, E., "Introducción", en NEWTON, I., *Principios matemáticos de la filosofía natural, I,* Alianza Universidad, Madrid, 1987. Rada indica que Newton se converteu á xeometría euclidiana nos anos anteriores á redacción dos *Principia* como reacción á pouca elegancia das construccións analíticas do seu tempo.

[14] SARMIENTO, Fr. Martín, *Biblioteca de algunos libros curiosos que comprara, si tubiera dinero; como se fueron ofreciendo, y sin orden, y que no hay en San Martin. Año 1730.* Tomo II, 2ª parte, Ms. 20377, fol. 293, B.N.

2.1. A influencia de Roger Bacon (1220-1292)

O noso frade participa da idea de que en todas as ciencias se razoa "modo matemático" e, daquela, as matemáticas son necesarias e previas a todas as demais ciencias e mesmo ás "artes" ou técnicas. Do papel preponderante que Sarmiento lle daba ó método matemático para interpretar o mundo é proba abonda a seguinte cita:

> Si esos autores [...] hubiesen pensado en que el verdadero Methodo de adelantar en todas las ciencias era el Méthodo Geométrico y Mathemático, hubieran adelantado más, sin haberse aporreado tanto con silogismos y con tanta Lógica y Metaphísica en los espacios imaginarios e imaginados [...][15]

A devandita cita trae a colación a máxima baconiana que establecía:

> O esquecemento das matemáticas perxudica a todo o coñecemento, xa que quen as ignora non pode coñecer as outras ciencias nin as cousas deste mundo"[16]

É tamén un claro expoñente de ata que punto o pensamento de Sarmiento verbo das matemáticas ten en Bacon – de quen nos consta que coñecía a súa obra- unha fonda inspiración. Ó igual que Fr. Martín, Bacon –franciscano- interpreta a obra de Aristóteles afastándoa da visión tomista, sendo un dos científicos máis avanzados do seu tempo, sobre todo, por predicir o papel fundamental das matemáticas nas ciencias. En 1277 as súas obras foron cualificadas de sospeitosas polo xeneral dos franciscanos, debido fundamentalmente ós ataques que verquía contra san Alberto Magno e san Tomé de Aquino, chegando padecer prisión entre 1277 e 1292. Trala súa posta en liberdade comezou a escribir un *Compendium studii theologiae,* pero morreu sen rematalo. Distinguiu dúas clases de observación empírica: unha pasiva e vulgar, outra activa e científica, e tamén como o Padre Sarmiento trata de buscar un *status* para as *verdades da fe*, que para Bacon non é outra cousa que un recoñecemento nominal de que o seu proxecto científico "se basea nunha visión total do mundo, a que dá a fe, e toda ciencia apóiase na teoloxía, que é un don de Deus".

3. As obras matemáticas no Catálogo de Autores da biblioteca sarmentiana

No *Catálogo*[17] de Sarmiento están os elementos básicos do que se podería chamar a matemática normalizada da época, pero tamén é certo que non atopamos nos seus escritos ningunha constancia de que fose un lector asisado das cuestións matemáticas "máis duras". O que chama principalmente a atención é a cantidade e calidade dos materiais con que contaba, en perfecta sintonía co quefacer matemático máis sobranceiro daquel tempo.

---

[15] *Vol. 4º de la Obra de 600 pliegos*, Vol XVI, Col. Dávila. B. N. Ms 20395, fol. 21-22.

[16] Cf. In Boyer (1986), p. 319.

[17] SARMIENTO, Fr. Martín, *Catalogo de los Autores, de quienes yo Fr. Martín Sarmiento, Benedictino, tengo ad usum, ô todas sus obras, ó parte de ellas, ó algun como suelto y separado*, Ms. 9/1829, Biblioteca Real Academia de la Historia, Madrid.[Manuscrito e autógrafo do propio Sarmiento]. Vid. ÁLVAREZ LIRES, M., *A ciencia no século XVIII: Fr. Martín Sarmiento (1695-1772), unha figura paradigmática*, Tese de doutoramento, Universidade de Vigo, 2000 (edición en CD).

Diciamos, entón, que o verdadeiramente abraiante é o listado de libros de matemáticas ós que potencialmente tiña acceso o padre Sarmiento, e como queira que facer unha sucinta síntese – algo así como unha bibliografía comentada- de todo o que alí hai nos levaría a reescribir a historia das matemáticas desde Grecia até mediados do XVIII, tendo en conta as limitacións propias para competir coas magníficas reconstruccións, máis ou menos canónicas, que xa existen, ademais das temporais e espaciais, conformarémonos con tomar como excusa unha pasaxe de Fr. Martín, para tratar de comentar cal era o estado da arte no seu tempo daquelas cuestións das que el vía a necesidade de divulgación:

> Era preciso un volume para recoger los inventos utiles y aun precisos a la sociedad humana que hallaron algunos sabios de primer orden, v.g. El Microscopio de Reflexión; el Telescopio, la Maquina Pneumatica; la Maquina Electrica; los Logarithmos; el Pendulo; los Calculos Diferencial e Integral; la Algebra Especiosa; el Reloxo automato; La Muestra; la Analisis de los infinitos; la Regla de Keplero; la del padre Guldin; los Indivisibles de Cavalerio; el Descenso de los Graves; y los satelites de Galileo; el Barometro y el Termometro de Torricelli, el Globo de Othon Gericke, El Gamma de los Colores de Newton, etc. Y dejando por savidos los inventos utilisimos de los antiguos Sabios.[18]

3.1.- Logaritmos

[Anotación do catálogo de Sarmiento:

> *Nepéro (Juan) es el famoso Escozes, inventor de Los Logaritmos. Logarithmorun Canonis descriptio. Leon. 1620._1. Perg. 4º]*

John Napier (ou Neper) non era un matemático profesional. Foi un terratenente escocés – Barón de Murchiston- que administraba as súas extensas propiedades e pasaba o tempo escribindo sobre os máis diversos temas. Tanto trataba de demostrar que o Papa de Roma era o anticristo anunciado na Apocalipse de San Xoán como daba regras mnemotécnicas para lembrar as fórmulas da trigonometría esférica.

Se é certo que, tal como nos di, traballou durante vinte anos antes de dar á luz os resultados, as súas primeiras ideas sobre o tema deben datar de 1594, sendo indubidábel que tiña que coñecer o tratamento que dende Arquímedes se dera ás sucesións de potencias dun número determinado. Para tales sucesións xa era evidente que o producto ou cociente de termos se traducía en suma ou resta de expoñentes, e buscando utilidade destas propiedades para a aritmética visitouno John Craig, o médico do Rei de Escocia - quen probablemente formou parte da delegación que levou a Xaime VI de Escocia a amañar o casorio coa princesa Ana de Dinamarca-, e faloulle do uso que aló se facía do método de *prostafairesis* moi utilizado nos cálculos do observatorio de Tycho Brahe, o que animou a Neper a publicar en 1614 a obra *Mirifica logarithmorum canonis descriptio.*

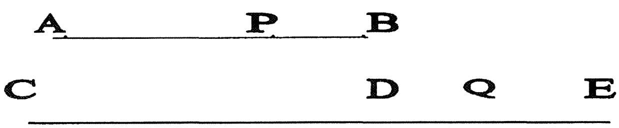
A idea chave de Neper é partir do número $1 - 10^{-7} = 0{,}9999999$, de xeito que a sucesión de potencias enteiras crecentes estean moi próximas entre si, aínda que para non utilizar

[18] Sarmiento, Fr. Martin, *Onomastico Etimologico de la Lengua Gallega,* fol. 329. A cursiva é nosa, e son esas materias e autores sobre os que precisamente basearemos o desenvolvemento que segue.

decimais multiplica todas as potencias que se van obtendo por 10^7. Daquela, se $N = 10^7(1-1/10^7)^L$, L será o "logaritmo" de Neper do número N; así pois, o logaritmo de 10^7 será 0, o logaritmo de $10^7(1-1/10^7) = 9999999$ será 1, etc. Se dividisemos tanto os números como os logaritmos por 10^7 teriamos practicamente un sistema de logaritmos de base $1/e$, dado que $(1-1/10^7)^{10^7}$ non se diferencia demasiado de: $lim(1-1/n)^n = 1/e$.

Como podemos ver, a definición que Neper dá de logaritmo e diferente á que hoxe se utiliza. O principios da súa obra están fundamentados en termos xeométricos:

Sexa un segmento AB e unha semi-recta CDE . Sexa un punto P que parte de A e se move ao longo de AB con velocidade variable que decrece en proporción á súa distancia a B; supoñamos que un punto Q parte ao mesmo tempo de C e se move ó longo da semi-recta CDE con velocidade uniforme igual á velocidade inicial do punto P. Neper chama á distancia variable CQ o logaritmo da distancia PB.



Para ver que esta última definición é consoante coa dada anteriormente non hai máis que tomar $PB = x$ e $CQ = y$. Facendo AB = 10^7 e a velocidade inicial de P tamén é 10^7, logo na notación moderna do cálculo diferencial teriamos $dx/dt = -x$ e $dy/dt = 10^7$, $x_0 = 10^7$, $y_0 = 0$. Entón $dy/dx = -10^7/x$, ou ben $y = -10^7 \ln cx$. E calculando c a partir das condicións iniciais, obtemos:

$$y = -10^7 \ln x/10^7$$

ou ben:

$$y/10^7 = \log_{1/e} x/10^7.$$

É dicir, que se as distancias PB e CQ estivesen divididas por 10^7, daquela a definición de Neper conduciría precisamente a un sistema de logaritmos de base *1/e.* Aínda que Neper calculou as táboas numericamente e non ó modo xeométrico, e nun principio chamou ós seus expoñentes "números artificiais", posteriormente decidiuse polo termo composto por *logos* e *arithmos.* A diferencia fundamental entre os logaritmos de Neper e os que hoxe utilizamos estriba en que as clásicas propiedades de *transformación* de productos en sumas – e as análogas para cocientes e potencias- quedan modificadas polo factor 10^7. Ou sexa, chamando L ao logaritmo, tal como Neper o concibiu, teriamos $L(AB/10^7) = L(A)L(B)$.

Todo parece indicar que Neper anticipou a Ticho algo sobre o seu invento en 1594, e publicou os seus *Descriptio* en 1614. En 1624 publicouse unha táboa de Briggs e outra de Kepler que podían ser utilizadas con fins prácticos. Pronto apareceron outras e en 1630 os logaritmos formaban xa parte do aparello da astronomía cuantitativa, sendo este feito a contribución fundamental do concepto ó desenvolvemento da matemática.

3.2. Cálculo diferencial e integral.

[Obras sobre cálculo diferencial e integral no *Catálogo*:

Newton (Isaac). Opera omnia 4º. De los Principios. Con comentos 1. De Optica. y 3 de Opusculos, uno es de Chronologia: y en otro están las lecciones Opticas. Todo 8 tomos en Ginebra. _8 _Perg.4º.

Arithmetica universalis: y Algebra. Leyden. 1732. _1. Pasta 4º.

Hospital (Marqués del´) Analyse des Infiniment petits (aunque no tiene nombre, es de M. Hospital). Paris. 1696. Edición selecta y rara_º Pasta. 4º Rf

Item. Del mismo Hospital. Traité Analytique des sections coniques. Paris. 1701. Pasta. 4º Rf.

Nieeuwentiit (Bernardo) Analysis Infinitorum. Amsterd. 1969, y considerationes primeras y segundas sobre el cálculo diferencial, à Leibnitz. 1694 y 96 1 Pasta. 8º

Taylor (Brook) Methodus Incrementarorum, directa e inversa, y el Method fluxionum. Londres. 1715 _ 1. Pasta. 4º

Martini (Nicolas de) Nova Algebra Elementa. Napol. 1725. 2 Pastbl _ 8º

Item, aparte... Galileo, Cartesio, Newton, Stevino, Alstedio, Caramuel, Cardano, Manesson Mallet, Borello, Guillelmini.

Bernoulli (Juan) Opera omnia. Ay piezas de su Hermano, Jacob Bernouilli, y de otros muchos. Son 189 asumptos. Ginebra. 1742. _4. Pasta. 4º. Rf.

Saverien (M.) Dictionaire Universel de Mathematique e de Physique. Son dos tomos y cada uno con 50 laminas. Paris. 1753. 2. Pasta 4º. Rf.

Bernouilli (Jacob) Hermano de Juan. Opera Omnia. Tenia los 4 tomos de Juan en Pergamino troquelos por otros cuatro en pasta. Ademas compre los dos tomos de pasta de Jacob Bernouilli. Ginebra 1744.]

O primeiro cálculo de Newton, 1665-6, foi unha abstracción fundamentada na idea intuitiva de movemento. Imaxinábase unha curva trazada polo movemento dun punto que "fluía". Chamaba "momento" á "infinitamente curta" traxectoria que describía o punto nun tempo "infinitamente pequeno", e este momento, dividido polo tempo infinitamente pequeno, era a "fluxión". Newton consideraba no seu primeiro cálculo a actual *dx/dt* como unha verdadeira razón entre dúas "cantidades infinitamente pequenas" e nin sequera se aproximaba ó concepto de límite que hoxe manexamos. A seguinte cita dos *Principia* (1687) indica que nin o mesmo Newton estaba moi satisfeito coa fundamentación do seu método:

> Obxéctase que non hai en definitiva razón entre cantidades que se esvaen porque a proporción (razón) antes de que as cantidades se esvaesen non é definitiva; e unha vez que se esvaeron non existe. Pero baseándose no mesmo razoamento poderíase manter que, en definitiva, un corpo en movemento que chega a un certo lugar non ten en definitiva velocidade cando o movemento rematou: porque a velocidade antes de que o corpo chegase a ese punto non é a súa velocidade definitiva; e unha vez que chegou non ten velocidade. Pero a resposta é sinxela [...] Hai un límite que pode acadar a velocidade final do movemento, mais non se pode exceder.[19]

Isto é precisamente o que non conseguiu poñer en claro Zenón coa súa tartaruga, e non é ningún desdouro para Newton observar que o parágrafo anterior ben podería estar escrito por Aristóteles, aínda que por veces tamén se aproxima a Eudoxio:

[19] Newton, *Principia...*, Libro 1º, Sección 1ª, Escolio.

> Pódese tamén razoar que se se dan as razóns definitivas de cantidades que se esvaen, están dadas tamén as magnitudes definitivas; e, segundo iso, todas as cantidades constan de indivisíbeis, o cal é contrario ao que Euclides demostrou respecto ás cantidades inconmensurábeis no décimo libro dos seus Elementos.[20]

Este parágrafo deixa claro que Newton comprendía perfectamente a Euclides e tamén é un indicativo das dificultades con que os pioneiros da análise matemática se atopan ó tratar cos rudimentos dos conceptos de límite e de continuidade, sendo este tipo de consideracións as que levaron aos analistas do século XIX á desesperación e impulsáronos a intentar fundamentar o cálculo sobre uns alicerces sólidos. Adóitase estar de acordo en que tan só nos séculos XIX e XX, empezando por Cauchy (1821-23), se dispuxo de ideas minimamente consistentes sobre límites, continuidade, derivación e integración, mais por riba de toda reconstrucción idealizada segue a estar presente a cuestión latente; ¿como fixeron Newton, Bernouilli, ¡e todos os que lle sucederon!, Euler, Lagrange ou Laplace, para obter resultados correctos e teoricamente consistentes nas sucesivas fases do proceso *formalizador*? Supoñemos que dela, aínda que pola calada, era absolutamente consciente o noso esencialmente empirista Fr. Martín. Cómpre salientar que se mantivo ata hoxe a corrección e a consistencia dos devanditos resultados, tanto na matemática pura como na aplicada.

Para fuxir do "infinitamente pequeno", Leibniz favoreceu un tipo de diferencial que segue a ser tratada alegremente en moitos razoamentos "prácticos" e nada rigorosos. Así, para calcular a diferencial de xy substrae xy de $(x + dx)(y + dy)$ e rexeita $dx\,dy$, por consideralo deprezablemente pequeno en comparación con $x\,dy$ e $y\,dx$ sen demasiada xustificación. Desta maneira obtén o resultado correcto $d(xy) = xdy + y\,dx$.

Dun xeito máis consistente introduciu a notación actual das derivadas e integrais, o "ese estilizado" de *summa*. Tanto Newton como Leibniz coñecían ben o "teorema fundamental do cálculo" que relaciona as integrais como sumas coas integrais como inversas das derivadas. Tamén crearon as fórmulas elementais do cálculo.

O certo é que Newton e Leibniz dotaron ás matemáticas – e xa que logo á física- do seu método máis eficaz de exploración e descubrimento. Sen dúbida, o método experimental de Galileo combinado co cálculo de Newton e Leibniz contribuiu decisivamente á creación da ciencia moderna e das súas aplicacións á tecnoloxía.

3.3.-Viète

[Do Catálogo de Sarmiento:

> Vieta (Francisco) Es el inventor de la Algebra Especiosa. Opera Mathematica. Leyd. 1646._1. Perg. Fol°]

Françoise Viète foi o matemático máis importante da segunda metade do século XVI e ocupouse de todas as ramas das matemáticas. No referente a álxebra o seu mérito foi ordenar e adecuar todo o material existente, outorgándolle unidade e sentido lóxico, sen embar-

[20] *Ibidem.*

go a linguaxe que utiliza é en exceso farragosa. Hoxe poderiamos dicir que introduce gratuitamente un número excesivo de helenismos e neoloxismos.

Nunha das súas primeiras obras, *In artem analyticen isagoge* (1591), onde "análise" quere dicir "álxebra", palabra que Viète non utiliza por mor da súa orixe árabe, expón os principios fundamentais da álxebra. Viète non considera só o método analítico no sentido antigo, senón que establece tamén unha serie de postulados nos que se han de fundamentar as operacións alxébricas. Engade que o problema co que se atoparon os antigos analistas foi o de operar sobre números, é dicir o que Viète chamou "loxística numerosa". El propuña, pola contra, abordar o problema desde a "loxística speciosa" que estudiaba as cuestións alxébricas sobre cantidades calquera, introducindo para iso o uso sistemático das letras.

Foi maxistrado e home famoso na Corte, alén do campo das matemáticas, por ter descifrado as mensaxes secretas que o rei de España enviaba aos seus exércitos en Flandes. Ademais de contribuír á álxebra coa súa "loxística speciosa" enunciou unha "lei de homoxeneidade" segundo a cal só se poden comparar magnitudes de igual dimensión. Tales magnitudes son o lado, o cadrado, o cubo, o cadrado cadrado, o cadrado cubo, etc., sendo os seus xéneros a lonxitude, o plano, o sólido, o plano plano, o plano sólido, etc. En canto ao simbolismo utiliza os signos + e – aínda que, cando o sentido da subtracción é ambiguo, utiliza o signo =. Non ten signo para a multiplicación e utiliza a raia para a división. A modo dos actuais parénteses, utiliza chaves e, por veces, unha barra horizontal. Pero a súa innovación máis importante foi o uso das letras, aínda que as utilice dun xeito moito máis entrambilicado que na actualidade. Emprega exclusivamente letras maiúsculas, vocais para as incógnitas, consoantes para as constantes, e aínda complica máis a linguaxe debido á lei de homoxeneidade. A título de exemplo, a identidade que expresa o cubo dunha suma, escribiríaa

A cubus B in A quad. 3 A in B quad. 3 B cubo equalis {A+B}.

3.4. Cavaliere

[Do Catálogo de Sarmiento:

> Cavalerio (Pª Buenaventura) es el inventor de el Methodo de los Indivisibles. Geometria indivisibilibus y proriota. Bolonia. 1653._1 Pastblª. 4º.
>
> Item. De Cavalerio Directorium generale Uranumetricum con Tablas. Bolon. 1630._1. Pasta 4º
>
> Item. De Cavalerio, Trigonometria plana, spherica, Linearis, et Logarithmica. Bolonia. 1648 _1. Vagueta 4º]

Buonaventura Cavalieri foi un xesuíta membro do grupo de amigos e discípulos de Galileo con concepcións semellantes ás de Kepler, moi vencelladas á obra de Arquímedes. Ocupouse da trigonometría e das aplicacións dos logaritmos. É autor dun método de "integración" fundado nos "indivisibles", que vén sendo como unha ponte tendida entre as rigorosas demostracións de Arquímedes e os métodos infinitesimais que xurdirán na segunda metade do século. Sen definir o termo, Cavalieri adopta os indivisibles da filosofía escolástica, é dicir, entes de dimensión menor respecto ó continuo do cal forman parte; os puntos son os indivisibles das liñas; as liñas sono das figuras planas; as figuras planas dos sólidos, pero en rigor non utiliza a definición senón que só unha maneira de falar para calcular áreas e volumes mediante certa técnica alxébrica.

Expón o seu método en *Geometria Indivisibilibus continuorum nova quadam ratione promota* (edición modificada, póstuma, 1653). Sen recorrer ó entrambilicado método arquimediano de exhaución, Cavalieri logra "integrar" as primeiras tres potencias da variablel, e cando máis tarde consegue a integración para a cuarta potencia, estende por analoxía o resultado para un expoñente natural calquera. Con estes resultados puido resolver problemas dos antigos e algún novo, mesmo entre eles algún dos propostos por Kepler. Unha contribución orixinal é a cuadratura da espiral de Arquímedes, que reduce á da parábola.

Cavalieri pode ser un dos típicos exemplos de contaminación tomista e semella estraño que, se Fr. Martín fose coñecedor a fondo do cálculo diferencial newtoniano, recomendase que tamén se difundise o método dos indivisibles, xa que son dúas concepcións, senón antagónicas, si polo menos incompatibles.

Para Bell (1940), Cavalieri non foi o antecesor do Cálculo, senón que cometeu un pecado imperdoable contra el. Se non fose polos seus indivisibles o concepto de infinitésimo como cero pequeno xa habería moito tempo que nos tería deixado de acompañar. Pero o atractivo histórico dos indivisibles e innegable. Estaban inspirados nas elucubracións escolásticas de Thomas Bradwardine, Arcebispo de Cantterbury (século XIII), e na análise submatemática de Tomé de Aquino. Posto que Cavalieri xamais chegou definir explicitamente os indivisibles, os seus apoloxistas fican na liberdade de ver neles calquera concepto, e argumentan ó seu favor que Leibniz os coñecía. Pero nin aínda así pode dicirse que Cavalieri fose un antecesor do Cálculo xa que o mesmo Newton recoñeceu que a teoría dos indivisibles era insostible. Malia que non logrou clarexar por completo todos os seus resultados e a súa inmersión en lideiras máis ou menos *esotéricas*, Newton distinguía claramente entre a verborrea tomista e un razoamento consistente.

3.5. Guldin (1577-1643)

[Os resultados deste autor puido coñecelos, Sarmiento, tanto por medio da obra de Cavalieri como, polos compendios de Saverien, dos Bernouilli ou doutros autores]

Foi un xesuíta e matemático suízo que deu fórmulas, hoxe coñecidas como primeiro e segundo teorema de Guldin, para cálculos de áreas e volumes. Segundo o primeiro teorema a área da zona dun semiplano enxendrada por un arco que xira en torno a un borde, é igual ó producto da lonxitude do arco pola lonxitude do círculo descrito polo seu centro de inercia. O segundo afirma que o volume do sólido varrido por unha placa incluída nun semiplano que xira en torno a un borde dese semiplano, é igual ó producto da área da placa pola lonxitude da circunferencia descrita polo centro de inercia.

Cavalieri no seu *Exercitaciones geometrica* (1647) trata de responder ás obxeccións que Guldin fixera ó seu método, tentando demostrar os dous teoremas que xa figuran en Pappus e acusando a Guldin de chegar as súas conclusións mediante razoamentos metafísicos.

3.6. Comentario sobre unha ausencia

Semella moi sospeitoso que nin nos escritos de Sarmiento nin no seu Catálogo apareza ningunha referencia a Berkeley (1685-1753). O bispo de Cloyne, famoso polo seu idealismo subxectivo, puxo en evidencia as fútiles falacias das "fluxións" de Newton a través de argumentacións lóxicas impecables. Un afeccionado á filosofía fixo aquilo que os matemáticos de oficio non deron feito, debido quizais a súa visión demasiado nesgada ou á submisión da aplicabilidade dos seus resultados por riba de calquera outro propósito. Berkeley condenou a morte tanto as "fluxións" newtonianas como as razóns "primeiras e definitivas" leibnizianas. E aínda que Fr. Martín tivese moi claro que as cousas da razón e as da fe camiñaban por distintos vieiros, non deixa de ser chamativo que non tomase unha nidia posición respecto a unha cuestión tan esencial para clarexar cal era para el o methodo matemático desposuído das "lóxicas artificiais". Véxase aquí un exemplo do pensamento do frade bieito:

> Hierve la Corte de proyectos literarios. Por docenas se entablan Academias para todo genero de Ciencias, y Artes [...] Hay Academia de Phisica moderna; medicina, etc [...] A este modo se ven promover otras provisiones literarias, que entabladas harán sonrrojar á los que se estan mano sobre mano muy satisfechos con el vago methodo de sus estudios, sin querer salir de sus quatro silogismos, y de quatro sermones varios. Salgan ahora, y vengan aqui aquellos zelotypos mormuradores, que mirarán con escarnio este escrito y que creen opuesto á la Religion el estudio de las Mathematicas.[21]

O ataque que Berkeley fai no seu *Analyst*[22] (1734) foi unha das críticas máis fundadas ás "fluxións" newtonianas e ás razóns "primeiras e definitivas" de Leibniz malia que os matemáticos máis célebres de todos os tempos non se deran por informados. En definitiva, alguén alleo ao mundo das matemáticas, un *filósofo*, acusaba ós "analistas" de cambiar as hipóteses no medio do razoamento. E así, Berkeley mantiña que o feito de substituír x por $x + 0$ en x^n e facer desaparecer o cero para obter a "fluxión" de x^n, supuña unha mudanza de hipóteses:

> [...] porque cando se di que os incrementos non valen nada ou que non hai incrementos, a suposición anterior de que os incrementos valían algo, ou de que había incrementos, fica destruída e, sen embargo, mantense unha consecuencia daquela suposición, é dicir, unha expresión obtida en virtude da mesma.

As críticas de Berkeley estaban ben fundadas mais non foron tomadas en serio por ningún analista da época. De todos xeitos, o cálculo tivo que agardar máis de cen anos para asentarse sobre uns alicerces epistemolóxicos sólidos.

¿Que foi o que levou a Fr Martín a manterse á marxe da polémica suscitada por Berkeley? Poida que non quixese ter problemas coa Inquisición – nin a *falsa modestia* nin ningunha outra hipótese xustificando o seu empeño en non publicar en vida nos parece aceptable- como lle aconteceu tanto ós seus antecesores como predecesores. Quizais pensase tamén que era unha boa ocasión para deixar definitivamente á marxe da ciencia a "lóxica arti-

---

[21] SARMIENTO, Fr. Martín, *Vol 4º de la Obra de 660 Pliegos,* Vol. XVI, Ms. 20393, Col. Dávila, B.N., fol. 17; Ms. 9/1828, Col. de los Heros, B.R.A.H.,fol. 14.

[22] *The analyst or a discourse advessed to an infidel mathematician. Wherein it is examined whether the object, principles, and inferences of modern analysys are more distintly conceived, or more evidently deduced, than religious mysteries and points of faith.*

ficial" e a Metafísica, por estar convencido de que o *méthodo mathemático* tiña que preceder a calquera razoamento lóxico, tal e como expresa na seguinte pasaxe:

> [...] Para estudiar todas las ciencias, el modo, no es gastar el tiempo [...] en Logicas Artificiales, sino en recoger en la memoria [...] todas las especies de las cosas reales y visibles [...] y combinarlas según el methodo mathematico [...] [23]

Así mesmo, é posible que a súa concepción utilitarista da ciencia, entendida de maneira restrictiva, o levara a desconsiderar as polémicas en calquera eido, cualificándoas de "disputas inútiles" para os avances científico-técnicos; convén non esquecer que Frei Martín non era matemático. Desa actitude podería ser un bo exemplo a cita que agora se reproduce:

> *Aproximaciones por numeros ay infinitas en los Libros. Trabajo improvo pero de poca ó ninguna utilidad para la Practica.* El que la corda de noventa Grados; y la de treinta unidas, sumen mathematicamente la Corda de ciento cincuenta Grados, tropecé con ello, á poco que combiné Lineas naturales. A este tenor, he tropezado con otras muchas verdades, ó Mathematicamente tales, ó muy aproximadas á lo justo. No hice caso de muchas de ellas, pues supongo, que tambien se les abra ofrecido á otros infinitos, que se dedicaron mas y mejor que yo, á combinar Lineas conocidas del Circulo, *y las que son faciles de conocer, para descubrir otras Lineas, que puedan ser utiles para la Practica; pues á eso se debe reducir el trabajo en las especulaciones Mathematicas*[24].

Como Sarmiento non fala nunca de Berkeley, e tampouco sabemos se tiña noticias da súa obra, carecemos dunha resposta documental ás cuestións que vimos de formular.

4. Fr. Martín diserta sobre "el Modo de enseñar á los Niños á Contar"

A devandita digresión ocupa do parágrafo 6132 ó 6633 do volume quinto da *Obra de 660 Pliegos*[25] e constitúe unha sorte de programa de aritmética e xeometría para a infancia e a mocidade. O ilustre bieito expresa así os seus propósitos sobre "el modo de enseñar á Contar á los Niños":

> No crea el letor que aunque me he divertido tanto, á la, y en la, agricultura y antes, á la y en la, Poesia; vivo olvidado de la Educacion de la Juventud Española. Esta la dexe en el

---

[23] SARMIENTO, Fr. Martín, *Vol. 4º de la Obra de 600 pliegos*, Vol XVI, Col. Dávila. B. N. Ms 20395, fol. 21-22.

[24] SARMIENTO, Fr. Martín, *Vol. 5º de la Obra de 600 pliegos*, Vol XVII, Col. Medina Sidonia, Museo de Pontevedra, par. 6432.. A cursiva é nosa.

[25] *Obra de 660 Pliegos del Reverendísimo P. Maestro Fr. Martín Sarmiento, benedictino, Volumen 5º y último, que trata de Historia Natural, y de todo género de erudición, con motivo de un papel que parece se había publicado por los abogados de La Coruña contra los Foros y Tierras, que poseen en Galicia los Benedictinos. Y lo escribió en Madrid por los años 1762 y siguientes. Sacada esta copia de su original para el uso de el Excelentísimo Señor Duque de Medina-Sidonia. En Madrid, año 1772.* Colección Medina-Sidonia, vol. XVII, Ms., Museo de Pontevedra.

Trátase dunha obra monumental, compendio de erudición, que quedou sen rematar por mor da precaria saúde do bieito desde 1769 ata 1772, ano da súa morte. Consta de dúas mil setecentas corenta e oito páxinas e comeza como "Carta a un amigo" [tal vez o duque de Medina-Sidonia].

> Modo de enseñar a leer a los Niños. Y de ese se seguira el Modo de enseñarlos á Escribir y á Contar. Poco me costaría el provavilizar una conexión entre la Agricultura, y la enseñanza de los Niños ó entre el cultivo de la tierra; y el cultivo del Entendimiento[26].

No escrito que estamos a comentar aprécianse claramente os trazos do pensamento pedagóxico do sabio bieito, tales como a súa defensa das novas ciencias, o empirismo sensible e a defensa da "Mathematica" como a ciencia precisa para pasar das sensacións ás ideas e do concreto ó abstracto.

Respecto ao seu pensamento pedagóxico, hai que salientar que Fr. Martín Sarmiento está considerado como o meirande representante do realismo pedagóxico, á maneira de Comenio, no contexto hispano[27]. O frade bieito denunciará repetidamente a educación abstracta, especulativa e dogmática do seu tempo, impartida en latín por mestres incompetentes, só preocupada polo ensino memorístico, chea de lóxica e metafísica, que utiliza, ademais, castigos corporais.

Sarmiento proporá un modelo pedagóxico diferente, que se pode reconstruír a través de diferentes textos que deixou escritos sobre educación[28] e da preocupación amosada por ese tema en toda a súa obra. Neste sentido, propugnará unha aprendizaxe baseada na experiencia sensible, partindo de obxectos do contorno e da observación da natureza, sobre todo dos "mixtos" ou formas da historia natural, e aproveitando as informacións que os nenos teñen xa cando chegan á escola. Débese ensinar na lingua propia, no caso de Galicia en galego, e instruír nas matemáticas para acadar o coñecemento abstracto. É preciso un coñecemento da historia natural, botánica, física, xeografía e artes mecánicas, que se apoie en diversos instrumentos modernos como o microscopio, o telescopio, ou o termómetro, antes de abordar o estudio do latín e da filosofía, sen esquecer ademais a importancia de ensinar as ciencias historicamente a través da súa evolución.

Indica que os seres humanos, homes e mulleres, son matemáticos naturais e nesa circunstancia debe basearse o ensino da arimética e xeometría artificiais. Sen o ensino matemático todo se fundará en falso e, así, chegará a afirmar, como xa se reseñou, que "hoy es despreciable todo curso de Filosofía que no viene fundado sobre la matemática, pues casi todo se trata [de acuerdo con el] modo geométrico".

Proporá un novo ensino secundario e profesional, mediante o que denomina "Seminarios" nos que se impartan materias relacionadas coa actividade desenvolvida na bisbarra correspondente, tales como naútica nas vilas costeiras ou metalurxia nos lugares próximos a ferreirías e minas, que virían ser unha sorte de centros de formación profesional.

O ensino universitario tamén será obxecto da súa atención. Respecto del defenderá o establecemento de cátedras de historia natural, de matemáticas e de ciencias experimentais,

---

[26] Nas citas de Sarmiento respectarase a súa ortografía e a dos copistas da súa obra.
[27] Vid. COSTA, A. e A. LIRES, M.,(Eds), *Fr. Martín Sarmiento. La educación de la niñez y de la juventud,* Ed. Biblioteca Nueva, Madrid, 2002.
[28] *Ibidem*

para compensar, di, as múltiples cátedras especulativas que non serven para adiantar nas ciencias nin nas "artes" [técnicas].

En resumo, pódese afirmar que Frei Martín Sarmiento propón un empirismo constructivista á hora de ensinar ós nenos a contar ou a interiorizar as operacións aritméticas. Defende os alicerces dunha corrente dentro do ensino das matemáticas que se deu en chamar o "método dos inventores", que se consolidará a principios do XIX en Francia. Esa tendencia tivo grandes detractores nos movementos post-ilustrados, por considerar os seus opoñentes que dificilmente se podería ter acceso a todo o saber matemático que nos legou a historia se había que reconstruílo paso a paso. Daquela as correntes máis progresistas proporán, en contraposición ó empirismo, o "método de xeración de ideas" (Suzanne, 1810)[29]. Ou sexa, a eterna liorta que hoxe xa non se pode reducir tan doadamente e toma todos os matices que van dende o constructivismo radical ó formalismo máis extremo.

5. ¿Educación científica e técnica para as mulleres?

Malia que Sarmiento defende publicamente a igualdade das mulleres na racionalidade e nas aptitudes para todo tipo de actividades, na *Demonstración Crítico Apologética,* non está claro que as inclúa na educación científica. Máis ben parece que, dado que sempre utiliza o masculino e o feminino nos seus escritos, as nenas e as mozas non están comprendidas nos "niños" e "muchachos".

Sen embargo, cada vez que fala de ciencia, antiga ou moderna, as mulleres están presentes e recoñece o seu saber sen mostras de desconsideración ou paternalismo. No escrito que se está a comentar, cita a Hypatia de Alexandría como autoridade e grande coñecedora da xeometría de Euclides, á que tan afeccionado era o sabio galego. Esta doctísima muller é unha das poucas que se nomea, por veces, nos libros de matemáticas e de filosofía. Autora de diversas obras matemático-filosóficas, interesouse tamén pola mecánica e a tecnoloxía e tivo discípulos ilustres como Sinesio, bispo de Cirene. Morreu víctima do fanatismo das revoltas político-relixiosas propiciadas por Cirilo, patriarca de Alexandría, no ano 415:

> La Escuela Alexandrina del tiempo de Theodosio á distincion de la otra Escuela Alexandrina, del tiempo de los Ptolomeos, me ofrece un reparo [argumento], a favor de mi asunto. En el año 400 a.d.C. era el Horaculo en Alexandria la Señora Hypatia, Hija del famoso Geometra, y Astronomo Theon Alexandrino. Era Hypatia, doctisima en las Mathematicas y Philosophia; y el Obispo de Cyrene, Synesio, la veneraba como á su Maestra [...][30]

Os traballos das mulleres tamén son obxecto do erudito interese do sabio galego, que chega á conclusión de que son precursoras de moitos adiantos científico-técnicos mercé ós seus coñecementos empíricos. Respecto ás matemáticas, sempre que fala de xeometría refí-

---

[29] Citado en Vallejo (1841), pp, III-XVIII

[30] SARMIENTO, Fr. Martín, *Vol. 5º y último De la Obra de 660 Pliegos de el Reverendissimo Padre Maestro Fray MARTIN SARMIENTO, Benedictino [...],* Colección Medina-Sidonia, Museo de Pontevedra, parágrafo 6482.

rese á confección de encaixes por parte das nenas e das mozas, ás que considera avantaxadas xeómetras naturais:

> Pero la Araña, hila, texe, y dibuxa, y como que Geometriza.Teniendo yo presente esto, y el modo, como las Muchachas, hacen sus encaxes con la sola combinacion de unos hilos, y que en algun modo Geometrizan, hé pensado yó, que á las mismas Muchachas y á los Muchachos, se les podrá explicar los Elementos de la Geometria, con solo un largo hilo, y con Alfileres, para que clabados formen todo genero de angulos rectilineos.
>
> Y tomo por asumpto manifestar, lo mucho, que en la Mathematica, se puede explicar, con el solo manejo de un hilo, y algunos alfileres; como las Niñas hacen los encaxes[31]

Atreverase a propoñer a práctica de oficios ben pouco femininos para as rapazas, tales como o de impresoras, pois opina que serán moi hábiles nel, xa que é moito máis difícil palillar que compoñer para imprimir. Repárese en que hoxe en día as mulleres son aínda ben escasas nas artes gráficas:

> Que oficio sera aquel, le sirve para aturdirle mas, que en menos de una semana le podrá aprender y exercer un niño? Poco dixe. Aplicado á una niña, que conozca las Letras. Para hacer Encajes, harto mas dificil es Palillar que componer para imprimir. En mi Pais, una rapaza, que esté Palillando todo el dia, solo gana seis quartos, vendiendo el Encaje del dia. Quanto mas ganarian las Niñas si se metiesen á Impresoras? [...] Crei que si a un Niño ó Niña se le entregase una Imprenta y tuviesen el util á la vista; solo por Enrredar harian más, que los zumarros, que han sacado del Azadon. [...][32]

Nos seus escritos sobre botánica inclúe ás rapazas no estudio da historia natural:

> [...] Pero por lo mismo de ser Muchachos ó Muchachas de pronta fantasia de feliz memoria innata curiosidad á saber, se deben tener muy presentes para irles enseñando y comunicando los Nombres y observaciones de los Vegetables para perpetuar las noticias de una viva tradicion succesiva.[33]

Por outro lado, escribe ao duque de Medina-Sidonia indicando que xa vai sendo hora de que as mulleres escriban os seus propios tratados "del moral" pois todo o que está nos libros foi escrito e pensado por homes. Baséase para facer tales afirmacións nas obras de mulleres eruditas como Anna Maria von Schurman ou Lucrecia Marinella, que xa no século XVII escribiran tratados sobre a educación feminina. Sen embargo, non sabemos se desenvolveu algunha disertación sobre esta cuestión porque a *Obra de 660 Pliegos* quedou sen rematar e moitos escritos do noso frade perdéronse tal vez irremisiblemente.

---

[31] SARMIENTO, Fr. Martín, *Correspondencia Literaria de Varias Cartas escritas al Excmo. Señor Duque de Medina Sidonia. Por el Rmo. P. Maestro Fr. Martín Sarmiento Monge Benedictino en su Monasterio de S. Martin de Madrid. Año de 1752 hasta 1770. (7 de septiembre de 1765),* Biblioteca Nacional, Madrid.

[32] SARMIENTO, Fr. Martín, *Vol. 5º de la Obra de 660 Pliegos,* Colección Medina-Sidonia, Museo de Pontevedra, parágrafo, 6207.

[33] SARMIENTO, Fr. Martín, *Apuntamientos para un Proyecto de formar en España un Sistema de Botánica y una Historia de sus Vegetables en menos de tres años, 20 Agosto de 1751*, Vol. X, Colección Dávila, Biblioteca Nacional, Ms. 203085, fol. 17.

[34] SARMIENTO, Fr. Martín, *Vol. 5º de la Obra de 660 Pliegos,* Ms., Museo de Pontevedra, par. 6476

Tampouco se pode asegurar que a súa posición non quedase limitada ó terreo das declaracións, como acontecía coa maioría de persoas que escribían no século XVIII sobre os dereitos das mulleres. Ese é o caso de Josefa Amar y Borbón, unha culta e erudita dama, pertencente ás Sociedades Económicas de Amigos do País de Madrid e Zaragoza, que escribiu discursos referentes á educación feminina tales como *Discurso sobre la educación física y moral de las mujeres* (1787) e *Discurso en defensa del talento de las mujeres y de su aptitud para el gobierno y otros cargos en que se emplean los hombres* (1790). Nestes escritos, ben representativos do moderado pensamento hispano ilustrado sobre a educación feminina, despois de disertar sobre a igualdade das mulleres propuña unha educación limitada ó mellor desempeño das súas funcións de esposas e nais. Dona Josefa engadía que a extensión da educación a todas as mulleres podería traer o desgoberno. E todo isto, anos despois da morte de frei Martín Sarmiento.

Cara a finais do século, o ilustrado galego Vicente do Seixo escribirá a súa obra en defensa das capacidades intelectuais das mulleres, que se publicará en 1801, así que a disputa sobre a súa educación estaba lonxe de rematar:

> Discurso Filosófico Económico Político Sobre La capacidad o incapacidad natural de las mugeres para las Ciencias y las Artes, y si en razón de su constitución, ó por defecto de su potencia intelectual, y organización física, deben ó no tener otras ocupaciones que las de la rueca, calceta y aguja, como pretenden algunos hombres, ó deberá dárseles otra educación que la que se las da actualmente, y quál sea ésta. Madrid, 1801.

6. A pantómetra: un instrumento didáctico

En diversos estudios sobre a obra do erudito galego alúdese a unha *Pantómetra* da súa invención. Respecto desta cuestión cómpre clarexar que as voltas que o noso Frei Martín lle dá á *Pantómetra*, ou compás de proporcións, na súa precitada disertación *Prosigue la Enseñanza de la Juventud* e as modificacións que dela propón para un cálculo máis efectivo, hai que encadralas máis ben no uso de recursos *didácticos* que nunha verdadeira innovación dun aparello xa moi sobado. Tanto Galileo como numerosos matemáticos de segunda fila xa se ocuparan do asunto, máis dun século antes que Fr. Martín como el mesmo recoñece cando adxudica a súa posible invención mesmo ó traballo artesán:

> Pero el Instrumento mas espectable del Estuche mathematico es el Compas de proporcion que vulgarmente se llama Pantómetra; por que con el se podrá medir toda Linea, Superficie y Cuerpo (Panto-metra: Omnia-Mensurans) y porque en el, estan todas las Proporciones. [...][34]
>
> Vease, pues, ahí, el Compas de proporcion, que nos han querido embocar por nuevo invento; siendo tan Antiguo como la Mathematica y las Artes fabriles. Para ser Galileo un grande Hombre, no necesitaba excitar el Pleyto, sobre la invencion del Compas de proporcion; que, de este, ó del otro modo, han usado los Artifices de Todos Tiempos [...] Ese instrumento no lo invento Galileo ni Capra, sino que ha venido de mano en mano, como la regla, el compas, la Esquadra, y otros Instrumentos fabriles, y no ay artifice alguno

[35] SARMIENTO, Fr. Martín, *Volumen 5º y último de la Obra de 660 pliegos,* op.cit., par. 6487.

> Mecanico que no tenga Instrumento para el atajo de ejecutar con prontitud sus obras sin la molestia de repetir á cada instante, nuevas medidas[35].

As variacións da pantómetra que Sarmiento propón van servir para exercitar ós nenos nas "proporciones de Numeros y de Lineas":

> En la pantometra comun ay pocas Lineas de cosas diversas: De Partes iguales: De Planos: De Poligonos: De Solidos: De Metales [...] Y presto propondré una Pantometra Circular de mi idea, que tenga muchisimos mas usos, que la Pantometra comun. Esa no ha de ser Portatil sino fixa en una mesilla, para que los Niños se egerciten como por juego, en las proporciones de Numeros y de Lineas[36].

O ilustre bieito non lle dá máis valor ó citado instrumento que o dun "Librito de Cuentas", útil para a práctica didáctica, que é o que o frade pretende, pero non para adiantar nas "especulaciones Mathematicas", tal como indica nas seguintes pasaxes:

> [...] Jamas sabran Arithmetica, los que no saben salir del Librito de Cuentas, en donde estan ya ajustadas. Ni jamas sabrá uno Geometria que se contente con estudiarla por Instrumentos y atajos[37].
>
> El Compas de Proporcion es como el Librito de Cuentas. Y al mismo tiempo, que el Compas es fecundo de usos en la practica; es esterilisimo para las especulaciones Mathematicas, que son las que embelesan al Alma racional. Instruye mas un Theorema de Euclides que todo un Estuche Mathematico, no la Practica; sino la Theorica de las Mathematicas; es la que yo miro como la clave para entender todas las Ciencias Naturales, con cierto, pues al fin si vienen á parar en demonstracion ya no ay mas que desear. El caso es, que muchas de esas Ciencias jamas llegaran á la demonstracion no siendo hyphotethica; lo que sucede en las Ciencias Phisyco-Mathematicas; que á la verdad, son las mas divertidas, y mas utiles, para la sociedad humana. Pero, aun esas, si no precede la Mathematica Especulativa, vienen a parar en fantasias, opiniones, systemas, Probabilidades; y tal vez en Chimeras[38].
>
> De buena gana me detendria mas en estos Phenomenos curiosos, que en las arideces de Lineas, y de Numeros. No escribo para divertir, sino para instruirme é instruir, á los que han de instruir á los Niños [...][39]

7. Escolma de textos da digresión "Prosigue la Enseñanza de la Juventud".

Ofrécese, de seguido, unha escolma de textos[40] do devandito escrito, categorizados de acordo cos trazos do pensamento pedagóxico de Fr. Martín Sarmiento expostos no apartado cuarto deste mesmo artigo.

---

[36] SARMIENTO, Fr. Martín, *Volumen 5º y último de la Obra de 660 pliegos,* op.cit., par. 6490.
[37] SARMIENTO, Fr. Martín, *Volumen 5º y último de la Obra de 660 pliegos,* op.cit., par. 6498.
[38] SARMIENTO, Fr. Martín, *Volumen 5º y último de la Obra de 660 pliegos,* op.cit., par. 6531.
[39] SARMIENTO, Fr. Martín, *Volumen 5º y último de la Obra de 660 pliegos,* op.cit., par. 6499.
[40] O número que figura entre paréntese antes de cada parágrafo é o número que ten asignado no manuscrito correspondente.

7.1. *Ensinar na propia lingua*

(6138) En quanto á Enseñar a leer, á los Niños, yo dixe bastante y algo en quanto á Escribir. Pero para seguir aquí el hilo, retocaré el mismo asunto antes de apuntar algo, sobre el modo de enseñar á Contar á los Niños. Es muy cierto que el saber bien, y con extension, la Lengua Nativa: el saber leer: el saber escribir: y el saber Contar; son los quatro Elementos primitivos de toda Enseñanza y Literatura. No como se enseñan vulgarmente esos Quatro Elementos; sino como se deben enseñar á la Juventud. Aunque uno se dedique á saber diez ó doce Lenguas, jamas sabrá bien una; sino la reduce á su Lengua nativa; cuya Analogia, y propiedades, o idiotismos, tenga bien penetrados. Poco importa, que una voz de Lengua Extraña, no tenga equibalente en la nativa. Pero sobran voces en esta, para explicar por rodeos el significado de la voz extraña. Y esa explicacion en la Lengua Nativa es mas cientifica que la que se podrá hacer en Lengua extraña. Al fin todo Ignotum, se debe explicar per notius.

(6149) Harto mejor seria pensar en esto, que en Academias expeculativas, y fantasticas de Agricultura; y en Academicos, que, ó nunca supieron la Lengua Gallega; ó que han hecho estudio de despreciarla y olvidarla [...] Sin un conocimiento total y extensivo de la Lengua Gallega; que juicio se podrá hacer dela Historia Natural de Galicia en sus tres Reynos, Mineral, Vegetable, y Animal. Y sin recargar mucho mas á la Botanica que progresos podrá tener la Agricultura. Nada de lo otro se sabrá, con traducciones, y con Copias, de libros extraños; pues ninguno se ha escrito para Galicia, ni en general, ni en particular; y los Labradores Gallegos, jamás se podrán explicar, por voces Latinas, Castellanas, Francesas ni Inglesias; ni entenderán á los que no hablasen en su Lengua nativa.

7.2. *A prol de bos mestres, contra o estudio memorístico e os castigos corporais*

(6135) Todo quanto tiempo se gasta en enseñar á los Niños á Escribir según el uso comun, es perdido, y mal empleado. Al principio se hacen los panes tuertos, se dice. Y Ovidio señaló el Remedio: Principiis obsta. Nunca podrá ser nimio, el cuidado que se podrá poner á los principios, para que la educacion de la Juventud no salga torcida. Sale torcida por lo regular por tres rudezas que la acompañan. Rudeza del Niño. Rudeza del Maestro. Y rudeza del methodo. La Rudeza de los Niños no es tal, ni tanta, ni tan universal, como se supone en algunos.

(6142) Maestro de Niños. Es en mi sentir, el empleo mas dificil ó de los mas dificiles de la Republica. Para Maestro de Barbados basta ser Docto en la Facultad. Pero para ser Maestro de Niños, no alcanza saber lo que les ha de enseñar, sino sabe el peculiarisimo Modo, que debe usar para la enseñanza. Ha de ser ensí Docto; y se debe hacer ignorante con los Niños. Ha de saber los primores dela Lengua; y se debe acomodar al humilde, y balbuciente estilo Pueril [...]

(6176) [...] Mas, y mejor aprenderá un Niño conversando con un Hombre docto, que le sepa enseñar como he dicho; que con todos quanto podrá estudiar de Memoria y á la Letra asi, solo conversando con otros Niños han aprendido los Niños sin estudiar de memoria, todo quanto saben, dela Ciencia Pueril: De sus enrredos: juegos, diversiones: coplas, xacaras, remedos; y lo bastante de Historia Natural; de lo que han visto; como pues no se atiende á esto para pensar en un nuevo modo de enseñar á los Niños. Si ellos mismos saben por si, como se han de enseñar unos, á otros sin estudiar de memoria, y sin temor del Castigo; a que fin se ha inventado el barbaro y cruel modo de enseñarlos? [...]

(6338) De los que hoy son Discipulos, mañana se han de hacer los Maestros. Y asi, de la mala enseñanza de los Niños resulta el que haya malos Enseñadores, y ese circulo es Perpetuo. Pues que remedio, para tronchar este circulo vicioso? Yo le hallo muy facil, si los Magistrados que goviernan un Pueblo, le quisieren aplicar. Prohivase, que ninguno, que publicamente no estuviere examinado, y aprovado de Arithmetico, se meta á enseñar, contar, á la Juventud; y se conseguiria que un buen Maestro saque muchos buenos Discipulos; y despues, de estos, no dejaran de salir algunos, que puedan ser buenos maestros de otros. Vease ahí un circulo arreglado. Si los examenes de los que han de egercer algun oficio ó empleo se hiciesen sin Cohecho, pasion, y pandilla, no abria tanto Cachibache inepto empleado.

(6571) [...] Para saber algo, no és necesario estudiar mucho; pero si el meditar y combinar muchisimo. Pero para enseñar á los Niños, y al que no sabe, és indispensable, estudiar la Cosa, como ya dixe, por todos sus Visos, asta hallar el que ya tiene semillas en la Mathematica Natural de los Niños.

7. 3. A necesidade das matemáticas para o ensino

(6227) Es infinito el numero de primores, y Curiosidades, que andan en los Libros; tocantes á los varios modos que ay de leer, escribir, copiar, de escribir oculto, y por cifras; y a comunicarse uno con otro; o á mucha distancia; ó muy de cerca; sinque ninguno lo advierta; ni aun los que estan á la Mesa, o en la conversación y és grande el número de los Modos, que cada uno podrá inventar. Y no será pequeño el de los que los Niños puedan deducir de los propuestos aquí, si se les explican bien. Confieso que para esto, les seria muy util, saber algo de la combinatoria y de la Arithmetica. Para lo qual es indispensable, que yo diga aquí algo, del Modo de enseñar los Niños á Contar; pues me lastimo, de que con tanto tiempo: con tanto gritar: con tanto Castigo; y estudiar de memoria, no salga Niño de la Escuela que sepa contar.

(6228) Despues que los Niños saben ya leer y escribir bien, ó mal, según la habilidad del Maestro; se les pone en las manos la que llaman tabla Pythagorica. Esa es para los Niños, uno como Quadrado Magico, ó un Sello Planetario. Y según se les hacen gritar, y estudiar de memoria la otra tabla, mas parece Cartilla de conjurar. A unos Niños se les enseña á contar, antes de Escribir; á otros, despues; y á otros, al mismo tiempo que escriben. El Leer y Escribir tienen conexión; pero el Contar ni con escribir ni con leer tienen conexión alguna. Y asi se podrá enseñar aun antes de saber Leer una vez que se conozcan las diez Notas, ó Guarismos, y se sepan pronunciar. Las viejas, sin saber Leer ni Escribir, ni aun conocer los Guarismos saben contar por los dedos; y ajustan las quatro Quentas comunes. Y lo mismo sucede á los Niños para sus Quentas de los Piñones, avellanas, etc.

(6232) Digo ahora, que antes que el Niño sepa contar, según el modo vulgar; se le deben poner en las manos, los Elementos de Euclides. Todas las quentas vulgares se reducen á seis: sumar: restar: multiplicar: y partir. Quadrar: y sacar Raiz Quadrada. Y todas se reducen á dos: á añadir; ó á quitar [...]

(6233) [...] Soy, pues, de dictamen, que al Niño, que se le quiere enseñar á Contar, ó con Guarithmos, ó con Algorithmos, ó Calculos, primero se le debe ejercitar, por algunas horas, en considerar la Quantidad Continua, en una Linea, y en un Quadrilongo; la Linea para sumar y Restar; ó para Quitar y añadir. Y en el Rectangulo; para multiplicar, y Quadrar, y tambien para Dividir (ó partir), y Sacar Raiz Cuadrada. A esas seis Quentas vulgares, se han de venir a reducir, mediata, ó inmediatamente, todas las demas Quentas de la Arithmetica, pues todas se reducen á igualar, quitar; ó añadir, sean Quantidades continuas, ó Discretas. Y el mayor primor consiste, en vuscar una Quantidad incognita, ó que no se sabe; por otras Quantidades ya conocidas.

(6235) El contar por Pluma; y el seguir la Progresión Decupla, ha sido arbitrario; sin conexión con la Naturaleza de las cosas. El modo comun de contar, se llama Decenaria, por que va de uno. Diez. Cien. Mil. Etc. esto no ha sido forzoso; pues si los Hombres huviesen consentido, en que para ajustar las Quentas se siguiese la progresión Dupla: ó la Tripla: ó la Quatrupla [...] De lo dicho resulta el que haya Arithmetica Binaria. Ternaria: Quaternaria [...] Cada una de esas Arithmeticas tiene sus ventajas y sus defectos.

(6239) [...] Y venir á parar la Arithmetica Decenaria; que és la que todos usamos oy, y cuyas quatro quentas vulgares son las que se debe enseñar á los Niños en la Escuela. Pero ¿cómo? Con una confusion perdurable. Con un cruel castigo repetido. Con cargar la memoria de cosas, sobre excusadas, que no las entiende el Maestro comun, ni las pueden entender los Niños, porque no se las saben explicar. Y siendo los Niños Arithmeticos, parece se invento una Arithmetica Artificial, unicamente para mortificarlos y aburrirlos. Esto se vé en que ninguno de los que saben contar, en lo adelante podrá decir, que esa Ciencia la sacó de la Escuela; sino que la estudio por si mismo; o por la viva voz de un Maestro hábil o por los Libros.

7.4. A matemática natural

(6240) [...] Siendo asi que no hay, ninguno, que no sepa contar á su modo; ó de memoria; ó por los dedos; ó por Piedrecitas; ó haciendo Montoncitos; y todo, en fuerza de su Arithmetica Natural, y usando de su vulgar Idioma. Asi pues, insto, y siempre insistire, en que para enseñar á los Niños á 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 ya naturalmente saben.

(6251) Dirá alguno, que de enseñar, á contar, á un Niño con tanto aparato, no és enseñarle, sino confundirle. Yo digo, que de enseñarle, como vulgarmente se le enseña, y sin este aparato preciso, no és enseñarle, sino transtornarle la fantasia, para que nunca pueda saber. Esto se palpa, en los que salen Arithmeticos, de la Escuela; que despues de aver mareado tanto tiempo, y de aver padecido tanto Martirio, porque no aprehendian lo que tan mal se les enseñaba; no saben salir de un mal sumar, y de un Peor Partir; ni pueden dar un paso adelante, en el Contar; por que no les han invuido de fecundos Principios evidentes. Y mejor savian ellos ajustar una cuenta, de sus Piñones, á lo natural, antes de comenzar á Contar, por artificio; que despues, que les llenaron las Cabezas de borra maestral. No dudo que ay muchos que saben contar bien, pero dudo, que eso lo hayan sacado de la Escuela. Unos solo saben la Practica como Maquinas, otro, porque, por si mismos; se dedicaron á cultivar su Arithmetica Natural; que como es un ovillo de principios evidentes; y no de Caprichos; una vez que descubran el hilo, siempre caminan con evidencias palmarias.

(6276) [...] Estos [los Niños] nunca remedan sino lo que és real, evidente, y existente visible; al contrario de los Barbados, que malvaratan el tiempo, en remedar opiniones, systemas, chimeras, y fantasias. No se han de proponer á los Niños, conocimientos desgalgados; sinó en trahilla que se saben y se siguen, con solos los principios evidentes, que ya han penetrado.

(6357) El mismo Niño, sabrá contar Cien Piñones en el monton entero: y veinte piñones, en el Puñado de ellos. Luego ese Puñado de veinte, es pedazo, es Parte, es Porción del todo, del Entero y del monton de los Piñones. Luego ese Puñado, ó Porcion, es un Quebrado del Entero. Luego, si entre veinte y cien, se pone una raita, asi: 20/100 se forma un Quebrado y una Proporcion. Vease aquí la coincidencia de los quebrados y las Pro-porciones. Y la razon, por que ay pocos que sepan ajustar quentas de Quebrados, no siendo medios, tercios, quartillos, etc. y és porque pocos se egercitaron antes, enla penetracion delas Pro-porciones. Es pues, Proporcion, saber, que Papel hace tal Porcion, con su todo: y tal Quebrado, ó migaja con su Entero. Dicese, quela Proporcion es la Razon que tiene una Cantidad con otra. [...]

7. 5. A observación da natureza, base de toda ciencia "útil"

(6412) [...] Quisiera menos Calculos, y mas observaciones de los Cuerpos Naturales que nos cercan. De sus Secciones: de sus movimientos naturales: del progreso de su Centro de gravedad: de la Desenvoltura del Perfil de una Linea curva, o de un Cuerpo solido. Si alrededor de un Circulo, Elipse, Parabola, etc., se pega un Hilo que se acomode; y despues voy, poco a poco, desenbolviendo el hilo; su extremo describirá otra linea Curva distinta [...]

(6413) Ese modo de formar nuevas Lineas, pasa por cosa nueva; y á mi me parece increible que no fuese trivial entre los Antiguos, pues tan á primer folio está y los Niños recurren á esa facilidad, para muchas cosas. Por eso quisiera yo que algunos Mathematicos cargaran la mano á investigar Lineas, que con facilidad se puedan dibujar, mas que á copiar Calculos de una Linea Fantastica. No con estas; sino con aquellas, se podrán esperar grandes utilidades en la Practica. Tanto Crustaceo, y testaceo como ay de diferentes figuras, y consistentes podrán servir para dibujar nuevas, y raras Lineas. Lo mismo digo de las hojas de los vegetables. Y esas Lineas podran tomar el nombre de las cosas ó Modelos, cuyo Perfil se describe. No ay que oponerme que todo eso sera mecanico; pues todo nes mecanico quando se llega á la Practica; y el acierto de esa debe ser el objeto, y fin de ese genero de Ciencias.

(6421) El Espejo Ustorio, que se usa, es una Porcion de Esfera, por la dificultad de hacer la concavidad Parabolica. Esta junta todos los Rayos del Sol, en un solo punto, que llaman Foco. Esto no lo tiene la Porcion de Esfera aunque junta muchos rayos, cerca de un Punto; pero no todos. Pensé hacer esa Concavidad Parabolica, en Yeso, y dorarla; ó que se hiciese en Vidro; ó en plata, ó en Acero; ó en Metal. Para que el Foco arroje hacia fuera, es preciso formar una especial Parabola; y con ella una especial concavidad Parabolica. Todo lo otro, lo entenderá el Niño, á dos veces que se le explique bien. En esto no ay Quentas sino una pura Narrativa que no fastidiara al Niño ni aun a algunos Barbados, que acaso no lo sabran. Entendida la Generacion de lineas Superficies y Cuerpos; es del caso enseñar al niño como se forman los quadrados.

(6535) Dejando á parte lo que toca á Libros, vuelvo a mi asunto de los conocimientos mathematicos. Estos no dependen de Lengua alguna, sinó de la misma Naturaleza de las cosas, y de la Quantidad Continua, y Discreta. [...] Se debe meditar de dia y de noche en los exemplos, y Phenomenos, que la Naturaleza nos ofrece, para irla siguiendo con el

Discurso: al modo que el antiguo Pintor no queria tener mas Maestro que la Naturaleza misma. Y preguntado á quien seguia? Dixo: Naturam Sequor.

(6593) Muy rudo ha de ser el Muchacho que viendo hacer la descripcion de las tres Lineas, no comprehende el Artificio; y se dispone, para penetrar algunas proporciones que se deducen de la descripcion misma [...] Pues la Naturaleza despues del Circulo, acepta la figura espiral, en toda la Historia Natural. Solo en la Clase de las Conchas ay trescientas diferencias de Caracoles y Cuerpos Espirales. [...]

(6594) Es excusado advertir, quantos generos de Lineas Espirales se ven en la infinidad que ay de Insectos. [...] Pero lo mas singular, es la Linea helice ó delicadisima espiral elastica, que por mi mismo he observado sin noticia previa, en una Mariposa muerta. Haviendo parado en mis manos una Mariposa ya muerta, comencé á enrredar en ella. Noté, que un puntico negro que estaba en la boca, si se tiraba por él, se desenvolvia una linea de casi medio dedo de largo. Con una aguja mayuscula desarrollé toda esa Espiral hasta hacerla Linea recta. Asi que separé la aguja, en un instante se volvio á arrollar toda dentro, y solo quedó fuera el otro puntico negro, como si no tuviese boquita la Mariposa muerta.

(6596) Muchos años despues, sabiendo que Mr de Reaumur habia escrito la Historia de los Insectos [...]. Esta mañana consulte con acierto el tomo 1º y halle en la pagina 246, lo mas delicado que ay sobre esa trompa, ó espiral de la Mariposa. Dice que esa trompa le sirve para comer, y chupar el jugo de las Flores; y que, a su arbitrio la arrolla, y desarrolla.

7. 6. Do concreto ó abstracto

(6197) He notado, que los Enrredos, Juegos, y diversiones, que los Niños ejecutan con tanto gusto, gozo, y alegria; son los mas, unos fecundos Principios, que infieren cosas mayores. Quando se enseña á los Muchachos, que el Hombre no es capaz de discernir entre el movimiento, casi–infinitamente veloz; y el movimiento casi-infinitamente tardo; ya creo dixe, que quando el trompo, del Niño está en su mayor velocidad de rotación dice, que entonces duerme; y el que le mirase a distancia, jurará que no se mueve. La sombra que hace un Palo parece que; no se mueve y és cierto que tiene un movimiento tardo. El que mira ha distancia á uno que gyra, de noche, un tizon, jurará que vé un circulo de fuego; y no ay encendido mas que la punta. Quando la Piedra dela Honda de un Muchacho, está en ló más alto de su rebolucion; la atrahe la mano al centro; y si entonces se dispara, huye del centro, por la Linea recta, tangente de la circunferencia, que la Piedra describe en su rotacion.

(6198) Y qué sé yó; si Chartesio, para su Systema; (y Newton, para el suyo), se utilizaron del Phenomeno de la Honda que entiende un Niño? El hecho es que la virtud Centrípeta: y la virtud Centrífuga las entenderá el Niño, por lo que ya sabe de la Honda. [...]

(6219) [...] Es principio de Catoptrica que el rayo del Sol que hiere en el centro de un Espejo plano, puesto horizontal, reverbera, reflecta, ó rechaza, á una Pared que está al lado opuesto.

(6224) El primor consiste en que, si el Sol, en su incidencia forma en el Espejo, el Angulo de cuarenta Grados v.g.; ese mismo Angulo hará enla reflexion. Dice, en brebe, el Principio, que el Angulo de incidencia, y el de Reflexion son de igual numero de Grados. Lo mismo sucede á una Pelota, que hiere en el Suelo, terso, y liso, y resalta á la Pared. Con este exemplo de la Pelota, explica Cartesio su Catoptrica, para los rechazos de la Luz. Supuesto este Principio, se puede determinar, que camino ha de llevar la Pelota, ensu rebote; y el rayo del sol, ensu reflexion. Vease aquí un Theorema de la Catoptrica, que entenderá un Niño, por su Juego de Pelota.

7.7. Os instrumentos didácticos

(6307) No hace muchos años, que se introduxo en las Naciones, la Moda de enseñar á los Niños Artes, y Ciencias por medio de diferentes Juegos en que se egerciten y los diviertan. El Pensamiento és admirable, y muy conforme á la Antigüedad, y á mi Systema. No se si aun dura esa Moda. Yo nunca he visto Juego alguno de esos de la Moda; y asi no puedo hablar, si eran ó nó, conducentes para la enseñanza. De este Juego dela Arithmomachia, tengo evidencia, que sera muy conducente para enseñar á los Niños la Arithmetica, y Combinatoria, que és el fundamento de toda Ciencia demonstrativa, y evidente. [...] En el de la Arithmomaquia, nade hace Papel, que no sea evidencia, demonstracion, y verdad visible, y palmaria.

(6473) La Practica sin Instrumentos, casi se roza con la Theorica pura; y aun con ella sera siempre falaz esa practica. No por que el Methodo no sea evidente; sino por el mal necesario, de que los Instrumentos no sean muy exactos. A eso se añade, la corta inteligencia, y la poca destreza de los que han de manejar los Instrumentos. Aun falta lo que agraba mas la falacia de la Practica; y es la distancia ó la magnitud. El Instrumento exacto para operaciones en un Pliego de papel, sobre una mesa, es falaz para medir distancias de largo, ancho y altura. La razon es que; para eso es precisa la exactitud de los Angulos. Y el angulo que sobre el papel parece exactisimo, si se extiende á mil Pies ay una diferencia enorme. Aquí se vé concurrir, el Methodo evidente para medir alturas, etc., con la inevitable falacia de la Practica.

(6475) [...] Son infinitos los Instrumentos de Mathematicas que se an inventado, y que cada dia se inventan, para la Practica. Los mas grandes andan separados; y los mas manuales, se suelen colocar en un Estuche, que por ellos se llama Estuche mathematico. Son diferentes esos Estuches en quanto á lo ancho, y á lo largo; y en quanto al mayor ó menor numero de Piezas ó Instrumentos v.g. Una Linea recta, de Metal, ó de Madera. Un Semicirculo graduado; una Esquadra de metal; un Compas comun; y otro Compas mas grande. Con tres ó cuatro puntas, de quitar y poner, por mediante un tornillo. Un Lapizero; y una Pesita de Metal, con una hebra de Seda, que sirva de Pendulo; y finalmente, una Estrellita mobil para tirar Lineas ocultas, etc.

(6481) [...] Quien duda que los Mathematicos, ayudando y dirigiendo á los Artifices, Mecanicos, Industriosos, son los que hay hallado y discurrido nuevos inventos, y los mas utiles Instrumentos para la Sociedad Humana? [...]

(6497) En conclusion. Digo que la Pantometra se debe poner en las manos de los Niños, para que se egerciten en las Cuentas, y en la Regla de tres, ó la Proporcion. Pero antes de eso, se le debe poner á la vista, un Estuche Mathematico; y se le debe ir explicando Pieza por Pieza; dandoles el nombre; y haciendo manifiesto al Niño el uso de las Piezas, y de Modo que el Niño le imite dos ó tres veces. A lo ultimo, se le debe poner en las manos al Niño, el Compas de proporcion, ó Panthometra. Se le debe ir explicando cada una de las Lineas rectas, que estan gravadas en el Compas y que cada una tiene el titulo para lo que sirve; y cuyas Proporciones contiene para formar sobre ellas las Reglas de proporcion, buscando una Cuarta proporcional, ó por Numeros, ó por Lineas, ó por Choroas, etc. Por lo que esto tiene de enrredo entraran los Niños admirablemente.

(6498) Pero no conviene deixar a los Niños que se engolosinen en enrredar, con los Instrumentos del Estuche Mathematico, ni con la Panthometra, antes que ya esten diestros en las quatro Quentas comunes, en las Proporciones; y en otros conocimientos generales, que quedan puestos. Creo que el adelantar tan poco en Artes y Ciencias los que tienen muchas comodidades, consiste en que sus maestros no los enseñan á Saber, ni á Obrar, como Practicos, cargandolos con Instrumentos para el atajo de la operación. Pero para saber, entender, demonstrar y discurrir, no ay atajo que valga. Al contrario. El que entra bien puesto en los 4 verbos, el inventará atajos e Instrumentos, para facilitar la Practica [...] Jamas sabran Arithmetica, los que no saben salir del Librito de Cuentas, en donde estan ya ajustadas. Ni jamas sabrá uno Geometria que se contente con estudiarla por Instrumentos y atajos.

(6540) No seria pues, fuera de mi asunto, que huviese en un cajon diferentes Cuerpos solidos mathematicos artificiales. Cubo, Cylindro, Esfera, Pyramide Circular [...] Y demodo que cada un se compusiese de tres ó cuatro Secciones, ó cortaduras, que unidas representen los enteros; y todos deben ser proporcionales en sus Lados.[...]

(6541) Esas Secciones, no solo Conicas, sino de otros Solidos de madera, darian mucha idea á los Niños ya separadas, ya unidas, para entender la Doctrina de los Solidos [...]

7. 8. Sobre o atraso hispano e a necesidade de cátedras de matemáticas e historia natural

(6630) No pocas veces he reflexionado, en la Causa de que tantas habilidades de Españoles mozos, se oscurezcan y sepulten. [...] Sobre este pie, uno señalará una causa: otro, otra. Y otro, otra. Acaso todos tendrán razon: y ninguno la tendrá adequada. La primera causa consiste en la mala educación de la Juventud Española. La segunda consiste en la escasez que ay de buenos Maestros que enseñen esas Facultades, que no dan de comer; y aun suelen incurrir los que se dedican á ellas la irrision de los Ganapanes literarios.

(6631) Es mas cierto, que lo que se piensa, que si viviese Galileo, Vieta, Cartesio, Leibnitz, Newton, Wolfio, etc. y que se esparciesen por España, disfrazados, y sin decir quienes eran. Y no tragesen Pesetas para Comer y pagar la posada, a cada uno se le diria: si nihil attuleris, ibis Homere foras, aunque viniesen acompañados de todas las Musas mathematicas mas sublimes. Y si viniere a Madrid un Charlatan Idiota, fingiendo que es Medico, Chimico, y que sabe tanto y quanto, hallará posada, acogida, consejo, aplauso y se hara en brebe tiempo rico, y mirado como horaculo. De esto se ha visto bastante.

(6632) La 3ª causa consiste en que de tanta infinidad de Cathedras, fundadas en las Universidades de España para Theologos, Medicos, Juristas, Canonistas, etc., ó no ay fundacion, para Mathematicos e Historiadores naturales; ó su Cathedra no tiene oyentes. Y el no tener oyentes consiste, en no tener salida para comer. Pues todos los Premios literarios solo estan ligados a aquellas tres Facultades, que llaman Mayores. Y de las quales sobra la mitad de las cathedras, que se debian partir con los Mathematicos e Historiadores Naturales. Esto consiste en que las Universidades se fundaron en tiempo que toda la Europa estaba tiranizada de la barbarie. [...]

8. BIBLIOGRAFIA

A. Lires, M. et alii (2001) "Unha excepción no discurso ilustrado sobre o xénero: Frei Martín Sarmiento (1695-1772)". En A. Lires et alii (coord.) *Estudios da Historia das Ciencias e das Técnica.* Pontevedra. Deputación de Pontevedra.

Bell, E.T.(1940) *The development of mathematics.* New York. Mac Graw-Hill

Boyer, R.S. (1968) *A History of mathematics.* New York. Willey.

Edwards, C.H (1979) *The Historical Development of the calculus.* New York. Springer-Verlag

Grattan-Guinnes, I (ed.)(1980) *From the Calculus to Set Theory* (Traducción: *Del cálculo a la teoría de conjuntos.* Alianza Universidad, Madrid, 1984)

Newton, I., *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (1687)* [*Principios matemáticos de la filosofía natural.*Tecnos, Madrid. 1987]

Vallejo, J. M.(1841). *Tratado Elemental de Matemáticas.* Madrid. Imprenta Garrasayaza.