

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS I MATEMÁTICAS.

MATEMÁTICAS.—Sobre el progreso de las ciencias matemáticas. (Discurso de recepcion de DON JOSE ZEGERS).

SEÑOR RECTOR:

SEÑORES:

Penetrado de gratitud por la honrosa distincion con que la Facultad de Ciencias Matemáticas i Físicas se ha dignado favorecerme, asociándome, a pesar de mi insuficiencia, a tan ilustre corporacion, no acierto a expresar los sentimientos que me afectan en tan solemne circunstancia, i si me atrevo a ocupar por un momento vuestra atencion, es porque siendo la sabiduria compañera de la induljencia, confio en que os dignaréis en esta ocasion dispensarme la vuestra.

El progreso de las matemáticas en el pasado i presente siglo, i su influencia en la prosperidad de la sociedad en general, es el tema que voi a tratar de esponeros, examinándolo tan solo bajo sus aspectos principales i con la brevedad posible.

Remontándonos al siglo semibárbaro de la filosofia escolástica, veremos que en aquella época la ignorancia i la supersticion, estendiendo su maléfica influencia sobre los estudios científicos, no hicieron mas que diferir el momento en que el sistema cartesiano debia abrir el campo a los descubrimientos de Newton i Leibnitz, descubrimientos sublimes, que fueron sin duda alguna el orijen de la rejeneracion de los principios, ofuscados entónces por las falsas doctrinas.

La filosofia de Newton, apoyada en una lójica sana i en el cálculo, no podia ménos de producir resultados siempre conformes con la observacion, i apesar de las resistencias que se opusieron a ella, como anteriormente tambien a la de Descartes, pudo al fin triunfar de la tenacidad con que la combatian los doctores, cuya autoridad omnipotente no solo provenia del espíritu de rivalidad que predominaba en todas las discusiones de aquel tiempo, mas tambien de la conviccion en que estaban de la infalibilidad de sus opiniones. Con tales antecedentes no era, pues, posible se contrajesen sin pasion i de mui buena fé a determinar la marcha que debe seguir el espíritu humano en la investigacion de la verdad.

Por otra parte, las teorías de Leibnitz i Descartes, manifestando con evidencia la superioridad del análisis algebraico sobre el análisis i sintesis geométricas, conocidas i empleados exclusivamente por los antiguos, contribuyeron del modo mas eficaz a preparar la nueva era en que los principios de la mecánica trascendental, aplicados segun aquellas teorías, debian jeneralizar en los casos mas complicados la solucion de los problemas portentosos que determinan las leyes i movimientos de los cuerpos celestes. Por último, la sábia i metódica nomenclatura que adoptaron aquellos filósofos, abreviando el estudio, estableció con la mayor evidencia i concision las relaciones i principios mas importantes de la ciencia.

Considerando, ademas, que el álgebra fué por mucho tiempo una ciencia mui limitada, comprenderémos desde luego el esfuerzo de estos ingenios; pues el espíritu hu-

mano difícilmente podia acostumbrarse al rigor i abstraccion de sus demostraciones, i hasta la misma jeneralidad de los signos que emplea, la hacian en cierto modo, i por decirlo así, estraña a nuestra naturaleza. La marcha que prescribian los métodos aljebraicos, causaba desmayo aun a los hombres mas versados con esta clase de meditaciones: así es que si echamos una mirada sobre los trabajos de los grandes jeómetros del siglo pasado, a quienes el álgebra debe importantes descubrimientos, nos será fácil conocer que algunos de ellos se encontraban aun poco familiarizados con el lenguaje de esta misma ciencia, que tanto perfeccionaron despues.

El método que siguieron primero, solo podia ser provechoso hasta cierto punto, pues exijia indispensablemente el tener siempre muy presentes en la memoria la serie de principios i demostraciones para poder comprender los siguientes; dificultad que debia naturalmente complicarse a medida que se alejaban del origen primitivo de esa continuacion o encadenamiento que tienen entre sí los principios.

Sin embargo, no puede negarse que, a pesar del inconveniente indicado, el método de demostrar o de investigar las verdades de las matemáticas, era ya muy luminoso, pero; como acabamos de decirlo, se hacia cada vez mas difícil en razon de la mayor complicacion de los principios, i porque exijia tambien cada vez mayores esfuerzos del espíritu para poder crear nuevos medios o arbitrios a medida que se variaba de objeto. No obstante, como por muy diversas que sean las causas que motivan las investigaciones i razonamientos matemáticos, tienen siempre aquellas ciertas partes comunes que pueden reducirse a reglas jenerales, con cuyo auxilio las dificultades deben necesariamente facilitarse en cada nueva cuestion, discurrieron a este fin el método analítico, que es el que nos enseña a encontrar estas reglas, siendo el álgebra el elemento principal que emplea dicho método para conseguirlas i determinarlas.

A Euler, Clairaut i D'Alembert se debe, sin duda alguna, la revolucion que ha causado en la ciencia este análisis aljebraico, que hoy dia puede considerarse como un método universal, ilimitado en sus aplicaciones, i cuyas dificultades casi han desaparecido del todo.

Leibnitz i Bernouilli se dividieron la gloria de haber introducido en dicho análisis las funciones esponenciales i los logaritmos: Cote manifestó el modo de representar por medio de los senos o cosenos las raices de ciertas ecuaciones aljebraicas. Euler descubrió nuevos métodos para hacer desaparecer de la solucion de los problemas, los términos imaginarios que podian presentarse embarazando el cálculo. Apoyándose en estas teorías, se llegó a dar una forma enteramente nueva a la parte del análisis aplicable a las cuestiones de la astronomía i de la física, forma que fue adoptada por todos los jeómetras, i que ha producido en esta parte del cálculo, casi la misma revolucion que produjo el descubrimiento de los logaritmos en los cálculos ordinarios.

El análisis de las series, las fracciones continuas inventadas por Brouncker; las investigaciones sobre las series de productos indefinidos i los cálculos diferencial e integral, instrumentos los mas fecundos i poderosos de los descubrimientos que pueden llegar a hacerse, todos estos, como asimismo otros ramos i teorías de la ciencia, perfeccionados por estos eminentes varones, son los que indudablemente han contribuido a facilitar i perfeccionar los diversos métodos que han rejenerado las sociedades.

Otra prueba tambien inequivoca, que contribuyó poderosamente a este progreso fué el deseo de instruirse que animaba en aquellas circunstancias a la sociedad, i es gusto pronunciado que la impulsaba hacia los estudios positivos, hacia las ciencias, matemáticas i físicas. Las abstracciones de la metafísica, i los ensueños especulativos de los inventores de ciertos sistemas, que no tenían por fundamento ni la certidumbre matemática, ni la autoridad de los sabios filósofos; todas aquellas opiniones es-

travagantes, material insipido de tantos infolios, que muy luego debian condenarse al eterno olvido, todas aquellas aberraciones de una imaginacion todavia en la infancia; errores inveterados transmitidos de jeneracion en jeneracion, i que tantos daños habian causado; todo eso principiò afortunadamente a mirarse como frivolidades: i causa admiracion el ver que sistemas tan erróneos, como los de las épocas anteriores, hubieran podido llegar a prevalecer, si no fuera porque está bien probado que la ambicion se aferra amenudo de cuanto hai mas absurdo, i porque en los siglos de ignorancia lo mismo que en las épocas de embrutecimiento, siempre prevalecen las máximas i los principios mas falsos i estemporáneos. Pero el tiempo, la opinion i la libertad, pugnando con esfuerzo, llegaron felizmente a anonadar tantos absurdos i a establecer con fundamentos sólidos los principios investigadores de la verdad.

Desde entónces, rota la valla que se oponia al progreso de las luces, parece que a porfia los ingenios, tanto tiempo comprimidos, tomaron todo su vuelo, sucediéndose sin interrupcion hasta nuestros dias. Rouelle, Macquer, Lavoisier, demostraron, apoyándose en la lójica mas luminosa i persuasiva, los fenómenos principales de la química: Euler, Berthollet, Laplace, Monge, célebres ya por sus importantes descubrimientos en el análisis matemático: D'Alembert descubridor del cálculo aplicado a las diferencias parciales i a la forma jeneral de sus integrales: Guitou, Chaptal, Fourcroy, Vauquelin, profundos en la química; Biot, Haüy, Puillet, en la fisica o Saussure, Volta, Leslie, Humboldt. Arago, en la astronomia i meteorología, Bernoulli, Vallejo, Poncet, Poisson en la mecánica, Delambre, Brisson, Condorcet, Puissant, Bourdon, Lagrange, Dupuy, Francœur, Leroi i muchos otros, especialidades diversas, a cual mas eminentes, que han llevado la ciencia al grado de engrandecimiento en que en el día se encuentra.

Largo seria, por no decir interminable, el manifestar detenidamente la marcha que siguieron estos sabios, en sus profundas meditaciones, para demarcar i descubrir la union i enlace que tienen entre si las ciencias, como asimismo sus infinitas aplicaciones a las artes.—

Método, análisis, sistema, fueron precisamente los elementos que emplearon para llegar al fin que se habian propuesto: esto es en cuanto a la ciencia: en cuanto a las artes, sus pruebas fueron subordinadas a distintos elementos, i para acercarse a la perfeccion se valieron sin duda de aquella lójica que como por instinto nos enseña la naturaleza, auxiliada ademas de la voluntad i del método. Por último, investigaron tambien detenidamente las bases o principios de las causas esternas que obran sobre los sentidos, el enlace de sus propiedades i la infalibilidad de las leyes que las rijen.

Que los puntos de contacto que tienen las ciencias, son tanto mayores, quanto mas se perfeccionan éstas, es una verdad que se comprueba sin necesidad de hacer un estudio profundo de sus diversos ramos; basta para ello recorrerlos tan solo con alguna detencion, manifestándose en tal caso las dificultades que debieran presentarse para demarcarlas, i distinguir los puntos en que pueden llegar fácilmente a confundirse.

Giéndonos de preferencia para manifestar estas verdades a las ciencias físicas, llamadas por Bacon *raices de las demas ciencias*, veremos en primer lugar a la química manifestarnos las propiedades de la atraccion i afinidad molecular en sus relaciones las mas intimas, i que alumbrando los diferentes ramos de la filosofia natural nos descubre los fenómenos del calórico, de la luz i de la electricidad: revelándonos el sacreto de la composicion del aire, del agua, de los gases, i otros innumerables conocimientos, cuyas aplicaciones se hacen estensivas al meteorologista, al fisiólogo, al mineralojista, al médico, al agricultor, al metalurjista i al fabricante en jeneral. La historia natural, en segundo lugar, clasificando, describiendo i estudiando los

cuerpos orgánicos e inorgánicos, forma en el día una ciencia tan vasta que ha motivado diversas subdivisiones, que comprenden la jeología, la mineralojía i anatomía vegetal, la botánica, la agricultura, horticultura, etc. Análogas i numerosas subdivisiones hallaremos tambien en el reino animal, mereciendo el primer lugar el estudio del hombre en cuanto a su naturaleza física, el cual comprende la medicina i todas las ciencias que de ella dimanan; despues en su naturaleza moral, que encierra la filosofía, la metafísica i la psicología; en su condicion social, la ética, la lejislacion, la economía política, etc. La astronomía que comprende el estudio de los cuerpos que pueblan el espacio; la meteorología el de los fenómenos atmosféricos, la jeografía i la hidrografía, el de los fenómenos que se presentan en la superficie del globo; i la hidráulica, hidrostática i aerostática, que no son mas que la consecuencia i el desarrollo de la mecánica. Cuyos ramos de la ciencia se subdividen aun mucho mas, i son cada uno en particular el objeto i estudio especial de los sabios, que trabajan sin cesar por descubrir en ellos nuevas propiedades i aplicaciones. Esta lijera reseña demuestra tambien la grandeza del plan que abrazan en el día los estudios matemáticos, cuyos ramos se apoyan principalmente en el perfecto conocimiento del análisis i los cálculos.

Antes de terminar esta parte de mi discurso, no omitiré el mencionar con especialidad otro ramo de la ciencia, recientemente sistemado, i cuyas infinitas aplicaciones han contribuido poderosamente a impulsar el progreso de las artes i de la industria. La jeometría descriptiva, debida al ilustre Monge, se considera con razon, no solo como uno de los medios mas eficaces para perfeccionar en cierto modo las facultades intelectuales, mas tambien, i mui principalmente, como el arbitrio mas ingenioso que darse puede para manifestar i trasmitir de un modo luminoso al artífice las verdaderas dimensiones de todos los cuerpos, sea cual fuere su figura i posicion respectiva en el espacio, cuyas condiciones i consecuencias, por complicadas que sean, siempre pueden manifestarse gráficamente i con toda fijeza sobre una simple hoja de papel.

Mas las operaciones mentales de que la jeometría descriptiva es la traduccion gráfica, serian hasta cierto punto incompletas, si no se combinaran con otra ciencia importante, cual es la jeometría analítica, viniendo a ser ésta, en tal caso, la llave del discurso, i la primera la traduccion gráfica.

De la union i enlace de estas dos ciencias, se han obtenido fecundos resultados, siendo los principales la claridad i elegancia que han adquirido los cálculos, la ventajosa direccion i jiro que se ha dado a sus operaciones, presentándose entónces con la mayor jeneralidad al entendimiento, aun en las combinaciones i casos mas complicados, i por último el haberse hecho claros i palpables los principios que ántes parecian oscuros, por la falta de arbitrios para manifestarlos i esponerlos del modo conveniente.

Hasta aquí solo hemos considerado el estado i progresos de la ciencia, debidos a los sabios que han ilustrado los siglos diez i ocho i diez i nueve; pero seria demasiado incompleto este cuadro sino dierámos siquiera una mirada retrospectiva a la época anterior a Euclides i a la era cristiana, cuyo paralelo establecerá mejor los resultados i consecuencias que necesariamente deberán deducirse.

Los conocimientos mas importantes que habian alcanzado los sabios de aquella época remota, se reducian en compendio a los siguientes. Tales de Mileto dió a conocer en la Grecia la jeometría i la astronomía, demostrando, en la primera con especialidad, algunos casos relativos a la comparacion de los triángulos entre sí, i del círculo. Pythágoras demostró los luminosos i tan jeneralizados principios de las propiedades del triángulo rectángulo, inventó la tabla de multiplicar, esplicó el movimiento de la tierra, i probó tambien que el círculo es la mayor de todas las figuras planas de cuantas tienen igual contorno, como asimismo que la esfera es el sólido mayor de cuántos tienen igual superficie. Hipócrates de Chio encontró la

cuadratura de las *lúnulas* del círculo, i descubrió igualmente que si se podían hallar dos medias proporcionales entre el lado de un cubo dado, i el duplo de este mismo lado, la primera media proporcional sería el lado de un cubo duplo. Aristeo compuso cinco libros sobre las secciones cónicas, que tuvieron grande aceptación entre los antiguos; el mismo se dice haber sido el autor de la medida de la pirámide i del cono. Architas de Tarento resolvió el problema de la duplicación del cubo por medio de una superficie cilíndrica i del círculo, siendo también el primero que empleó el análisis geométrico que le había enseñado Platon, con cuyo auxilio hizo diversos descubrimientos. Anaximandro construyó las cartas geográficas, i determinó la figura de la tierra por un globo, cuya circunferencia trató de medir Posidonio: Hiparco de Niza, determinó la precesión de los equinoccios, demostró los principios de la trigonometría esférica, concibiendo también la idea de la longitud i de la latitud astronómicas: Teodoro de Sámos inventó el nivel i la escuadra; Arquímedes, los espejos cóncavos ardientes, i demostró también diversos principios. Euclides finalmente nos ha transmitido sus elementos de geometría, obra considerada como la más perfecta entre las elementales; escribió con igual acierto otras no ménos importantes, pero que por desgracia se han malogrado como muchas de otros célebres autores, de que solo tenemos noticia.

A pesar de lo limitado de los conocimientos referidos, comparados con los que han alcanzado nuestros sabios, justo será encomiar el mérito de los fundadores de la ciencia, pues siendo seguramente muy limitadas las bases i principios en que pudieron apoyarse para sus investigaciones i descubrimientos, sorprende el grado de importancia que llegaron a dar a aquellos pueblos, circunstancia que se comprueba, si hemos de juzgar por las obras portentosas de todo jénero que nos han transmitido, i de las cuales muchas se conservan como monumentos impercederos, no obstante el trascurso de los siglos, i de la mano muchas veces destructora del hombre.

Aquí, señores, llegamos a una dilatada, lamentable i tenebrosa época, en que la naturaleza, al parecer indiferente, dejó se apagara el fuego que ántes le había iluminado, i que tan felices resultados pronosticaba a la especie humana. La época de la edad media será siempre en la historia del mundo, un triste i sombrío paréntesis interpuesto entre dos principios rejenadores; misterios son estos que el hombre debe respetar, humillándose en la confusión de sus ideas ante el poder soberano que todo lo rije.

Apareció por fin el jenio del saber; rápido i arrollando las preocupaciones, manifestóse radiante a todos los pueblos. Galileo descubre las leyes de la pesantez o gravedad, i demuestra que la tierra es la que jira; construye los telescopios, instrumentos que nos permiten penetrar en la inmensidad del espacio, sondeando así los misterios de la creación: Torricelli inventa el barómetro i prueba la existencia del vacío; Keplero determina la marcha i distancia de los planetas, descubriendo las leyes de sus movimientos; Hooke manifiesta las del péndulo, i con sus teorías se llega a medir la forma del globo, su densidad i su fuerza de atracción: Franklin inventa los conductores metálicos o pararrayos; Blasco de Garay aplica en Barcelona el vapor a la navegación; finalmente, Delambre i Méchain realizan la grande i portentosa obra de la determinación de un meridiano terrestre i la verdadera longitud del metro, gastando tan solo en estos importantes trabajos poco más de siete años. Semejantes progresos de la sociedad i sus consecuencias, fueron principalmente el resultado de la facilidad con que llegaron a difundirse sucesivamente los diversos principios de las ciencias, debido al arte de la imprenta, cuyo fundador, Guttemberg, merece también ocupar un lugar preferente en la memoria i gratitud de los hombres; deduciéndose finalmente de todo ésto, la consecuencia evidente del progreso del espíritu, i un gran

fin moral que se desenvuelve a medida que se generalizan los verdaderos i luminosos principios de la ciencia; cual es la unidad del pensamiento.

Descendiendo ya de tan elevadas rejiones a investigar la influencia de los estudios matemáticos, i sus principales aplicaciones a las artes en general i a la industria, hallaremos otra fuente inagotable de prosperidad i grandeza. Multiplicados testimonios nos presentan desde luego los suntuosos e imponentes monumentos antiguos i modernos, que adornan i recomiendan a las opulentas ciudades, monumentos que llevan impreso en sí mismos el sello de las creencias e ideas dominantes de la época en que fueron construidos, i que nos arroban en profundas meditaciones infundiendo aun en los mas indiferentes un respeto religioso i profundo mezclado con la mayor veneracion, haría el artífice que supo elevar, como por encanto, en los aires, aquellas cúpulas gigantescas, i colocar tan armoniosamente aquellas piedras, cuyo admirable trabajo revela la constancia mas sostenida, asociada a los mas vastos conocimientos del arte. Si penetramos ahora en el interior de aquellas bóvedas elevadas, ¿cuál será nuestro asombro? allí sobrecojidos de respeto i sorpresa tributaremos homenaje a la divinidad, a la ciencia i al ingenio, que nos identifica, por decirlo así, con aquella.

En cuanto a la astronomia, náutica i arquitectura naval, veremos levantarse la obra maestra del saber humano, en esas naves portentosas, que surcando los mares reparten los beneficios del comercio i de la industria por todas las rejiones de la tierra, i cual formidables castillos velan como fieles custodios sobre la observancia de las garantías sociales.

Fijándonos en sus beneficios, relativamente a los diferentes ramos de la industria, ¿cómo podremos enumerar en pocas palabras tan vastas aplicaciones, i consecuencias tantas? Los talleres i fábricas con sus móviles poderosos, elaborando i transformando las materias primeras, nos presentan el cuadro mas interesante i sorprendente. Allí admiraremos aquellas máquinas, resultado de las combinaciones mas profundas de los principios de la mecánica; i si analizáramos su maravillosa estructura, veríamos cómo, de los simples principios i elementos combinados, ha podido resultar un todo, al parecer igualmente simple, i que a su vez, cual otro ser inteligente, crea i multiplica en un tiempo dado, desde el objeto mas pequeño i sencillo, hasta el mas complicado i dificultoso.

En cuanto a las consecuencias morales, ¿cuán inmensos son tambien sus beneficios! En esos establecimientos de la industria, encuentra el obrero honrrado i laborioso el trabajo i subsistencia para sí i para sus hijos; adquiere hábitos de orden, conocimientos prácticos, i tambien aquella educacion moral que importa mas que todo, i con la que siempre podrá conseguir su bienestar, objeto a que con razon aspira todo ser racional.

Al tocar este punto no puedo dejar de presentaros un satisfactorio i palpable ejemplo de estas verdades, i que tenemos felizmente bien inmediato; quiero ablar de nuestras clases industriales. La comparacion de su estado presente con lo que eran, hace pocos años, nos presaja seguramente un porvenir venturoso, pues vemos en este privilegiado suelo, desenvolverse rápidamente todos los ramos de la industria, compatibles con los elementos que han podido ponerse en accion, atendidas las circunstancias i exigencias de nuestra sociedad.

Mas en las clases dedicadas a las carreras científicas es donde palpamos principalmente de dia en dia los mas fecundos resultados, debidos a la estensa, sólida i bien sistemada base de conocimientos que adquiere nuestra juventud. Estos resultados, son, en su mayor parte, volviendo al tema de mi discurso, la consecuencia del fomento que han tenido los estudios matemáticos en el pais. Grato sería para mí el estenderme sobre este punto, sino fuera por el temor de herir la excesiva delicadeza i mo-

destia de muchos que me escuchan, i que han tenido i tienen una parte bien directa i conocida en tan prósperos sucesos.

El homenaje que en esta ocasion tributo a las matemáticas, atribuyéndoles el mérito de haber rectificado i dirigido casi exclusivamente la marcha del espíritu humano, descorriendo el velo que ofuscaba en un tiempo la inteligencia, no debe parecer exagerado, pues solo me ha movido la justa admiracion que siempre deben causar las leyes que rijen el universo, fundadas todas en los principios eternos de aquella ciencia.

Debo ya, señores, terminar esta sencilla memoria; pero ántes scáme permitido reproducir las elocuentes palabras del eminente Laplace en su bella esposicion del sistema del mundo.

« Conservemos con empeño, dice, i aumentemos el sagrado depósito de esos sublimes conocimientos, delicia de todo ser que piensa. Ellos han proporcionado importantes mejoras a la agricultura, a la navegacion, a la jeografía, etc.; pero su mayor beneficio ha consistido en disipar los temores ocasionados por los fenómenos celestes, destruyendo los errores nacidos de la ignorancia en que estábamos de nuestras verdaderas relaciones respecto de la naturaleza, errores tanto mas funestos, cuanto que el orden social debe descansar sobre estas relaciones: VERDAD i JUSTICIA. Hé aqui sus leyes inmutables. Léjos de nosotros la máxima peligrosa de que algunas veces es conveniente apartarse de ellas: esperiencias funestas han probado en todos los tiempos que esas leyes sagradas jamas se atropellan impunemente.»

MATEMATICAS. Sobre el influyo de las Matemáticas en el desarrollo de las ciencias físicas. (Discurso de recepcion de DON JOSE BASTARRICA.)

Señores :

Si no me sintiera sostenido por el honor que me haceis de asociarme a los importantes trabajos de tan ilustre Cuerpo, jamas habria yo ni siquiera intentado una tarea, que, sin falsa modestia, es infinitamente superior a mis débiles fuerzas. Aliéntame tambien vuestra induljencia, esa sabia induljencia, que al mismo tiempo que revela la elevacion de vuestras luces, sirve de un robusto apoyo a la juventud en sus primeros ensayos en la espinosa carrera del saber.

Escudado bajo la salvaguardia de estos principios, os presento por tema de mi discurso la influencia de las Matemáticas en el desarrollo de las ciencias físicas.— Vasta es sin duda esta materia, i su detenido exámen daria lugar a cuestiones interminables; pero, circunscrito a los estrechos limites de una composicion de este jénero, me contentaré con haceros una esposicion rápida de las indicaciones que, a mi juicio, son de una importancia capital.

Las Matemáticas, llamadas con razon la ciencia por excelencia, son tan antiguas como el hombre. Los Caldeos i los Ejiptos la aplicaron a la astronomia. Llevada a Grecia se estableció sobre bases mas sólidas; Pitágoras descubrió la famosa propiedad del cuadro de la hipotenusa del triángulo rectángulo; Platon enseñó las secciones cónicas; Euclides reunió en un cuerpo de doctrina las proposiciones esparcidas de jeometria; Arquimedes determinó la razon de la circunferencia al diámetro i midió la superficie i volúmen de la esfera.

Esta ciencia, casi abandonada en el siglo séptimo, fué restablecida por los Arabes.